تلوث المياه العذبة الزراعية

سلسلة

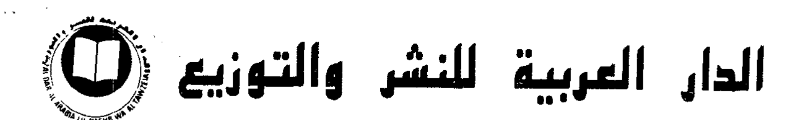
دائرة المعارف البيئية

تلوث المياه العذبة

تأليـــف

الاستاذ الدكتور / احمد عبدالوهاب عبدالجواد

أستاذ علم تلوث البيئة - جامعة الزقازيق



حقوق النشر

سلسلة
دائرة المعارف البيئية
تلوث المياه العذبة
الطبعة الأولى يناير ١٩٩٥

I.S.B.N 977 - 258 - 066 - 7

٣٢ ش عباس العقاد مدينة نصر - القاهرة
ت: ٢٦٢٣٣٧٧-٢٦٢٥١٥٢

بسم الله الرحمن الرحيم

{ظهر الفساد في البر والبحر بما كسبت أيدي الناس ليذيقهم بعض الذي عملوا لعلهم يرجعون}

{صدق الله العظيم}

قرآن كريم

الروم : آية ٤١ .

تقديم

البيئة هي قضية اليوم ؛ إذ تؤثر علي صحة الناس في القرية وفي المدينة، في الطريق وفي المصنع وفي الحقل . والبيئة هي قضية الغد ؛ إذ تؤثر علي الموارد الطبيعية كالأرض وخصوبتها، والمياه وما فيها من ثروات سمكية. وليس الاهتمام بقضايا البيئة ترفاً يقصد إلي صون جمال ما حولنا ونقائه، ولكنه اهتمام يتصل ببقاء الإنسان وصحته، وإنتاج موارده، ويتصل كذلك بمسئولياته تجاه الأجيال التالية من أولاده وأحفاده.

السبيل إلي الاهتمام بقضايا البيئة هو المعارف التي تعين علي إدراك أبعاد هذه القضايا. ومن هنا يكون الترحيب كل الترحيب بهذه المجموعة النفيسة من الكتب العلمية التي تتناول قضايا البيئة بالشرح والتبيان العلمي الذي يجمع بين الوضوح والدقة. وهي مميزات نحمدها للمؤلف الأستاذ الدكتور/ أحمد عبدالوهاب عبدالجواد ؛ الذي عكف علي دراسة قضايا البيئة دراسة حقلية في أرض مصر، ريفها وحضرها.

هذه المجموعة من الكتب العلمية التي تتناول قضايا البيئة من نواحيها المختلفة، تسد فجوة في المكتبة العلمية العربية ؛ إذ سيجد فيها القارىء مادة للثقافة البيئية، وسيجد فيها طلاب العلم والباحثون زاداً علمياً يعينهم علي

التوسع والتعمق في البحث والدراسة ؛ ولذلك نحمد للدار العربية للنشر والتوزيع نهوضها بواجب نشر هذه السلسلة التي يتألف منها - إن شاء الله- دائرة للمعارف البيئية.

تحياتي للمؤلف، والناشر، ودعاء لهما بالتوفيق.

القاهرة يناير ١٩٩١ **محمد عبد الفتاح القصاص**

نبذة

عن مؤلف هذه السلسلة

مؤلف هذه السلسلة من الكتب هو الأستاذ الدكتور/ أحمد عبد الوهاب عبد الجواد أستاذ علم تلوث البيئة بكلية الزراعة بمشتهر - جامعة الزقازيق فرع بنها - حاصل علي درجة الدكتوراه في فلسفة العلوم الزراعية عام ١٩٦٨ ، وحاصل علي درجة الدكتوراه علوم .D.Sc في تلوث البيئة عام ١٩٧٥ وفائز بجائزة الدولة التشجيعية في التربية البيئية عام ١٩٨٦، وفائز بمنحة ألكسندرفون هوم بولدت عام ١٩٧٤، ويعمل نائبا لرئيس الجمعية المصرية لعلوم السميات، وسكرتيرا عاما للجمعية القومية لحماية البيئة، و هوعضو مجلس بحوث البيئة بأكاديمية البحث العلمي، وعضو بالجالس القومية المتخصصة ،وعضو في عديد من الجمعيات العلمية بمصر والخارج . قدم للمشاهدين المصريين من خلال شاشة التليفزيون المصري ٨٠ حلقة عن تلوث البيئة، وكيفية حمايتها، والآثار الجانبية الناجمة عن تلوث البيئة علي كل من الإنسان والحيوان، والنبات، وقام بنشر أكثر من ١٢٠ بحثا في مجال تلوث البيئة وحمايتها، وفاز بجائزة الأمم المتحدة للبيئة «جلوبال ٥٠٠» عام ١٩٩٢.

إهـــداء

إلى كل من يعملون في صمت

اهدي هذا الكتاب

أحمد عبد الوهاب

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية يوما بعد يوم، ولا شك أنه في الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التي طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها، ولا ريب في أن إذلال لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافي وفكري للأمة نفسها، الأمر الذي يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالا ونساء، طلابا وطالبات، علماء ومثقفين، مفكرين وسياسيين في سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة، التي اعترف المجتمع الدولي بها لغة عمل في منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها في أنحاء العالم؛ لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت – فيما مضي – علم الأمم الأخري، وصهرتها في بوتقتها اللغوية والفكرية، فكانت لغة العلوم والآداب، لغة الفكر والمخاطبة.

إن الفضل في التقدم العلمي الذي تنعم به دول أوروبا اليوم يرجع في واقعه إلي الصحوة العلمية في الترجمة التي عاشتها في القرون الوسطي. فقد كان المرجع الوحيد في العلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتاب المترجم عن العربية لابن سينا وابن الهيثم أو الفارابي وابن خلدون وغيرهم من العمالقة العرب. ولم ينكر الأوروبيون ذلك، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة العرب والإغريق، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطوعة للعلم

والتدريس والتأليف، وأنها قادرة علي التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم، وأن غيرها ليس بأدق منها، ولا أقدر علي التعبير. ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركي، ثم البريطاني والفرنسي، عاق اللغة من النمو والتطور، وأبعدها عن العلم والحضارة، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء والعلماء في إنماء اللغة وتطويرها، حتي أن مدرسة قصر العيني في القاهرة، والجامعة الأمريكية في بيروت درّستا الطب باللغة العربية أول إنشائهما . ولو تصفحنا الكتب التي ألفت أو ترجمت يوم كان الطب .. يدرس فيها باللغة العربية لوجدناها كتبا ممتازة لا تقل جودة عن أمثالها من كتب الغرب في ذلك الحين، سواء في الطبع، أم حسن التعبير، أم براعة الإيضاح، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد، وسادت لغة المستعمر، وفرضت علي أبناء الأمة فرضا ، إذ رأي الأجنبي أن في خنق اللغة مجالا لعرقلة تقدم الأمة العربية. وبالرغم من المقاومة العنيفة التي قابلها، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبي فيما يتطلع إليه، فتفننوا في أساليب التملق له اكتسابا لمرضاته، ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالمة، يشككون في قدرة اللغة العربية علي استيعاب الحضارة الجديدة، وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسي لجيشه الزاحف إلي الجزائر: «علموا لغتنا وانشروها

حتي نحكم الجزائر، فإذا حكمت لغتنا الجزائر، فقد حكمناها حقيقة».

فهل لي أن أوجه النداء إلي جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر - في أسرع وقت ممكن - إلي اتخاذ التدابير، والوسائل الكافية باستعمال اللغة العربية لغة تدريس في جميع مراحل لتعليم العام، والمهني، والجامعي، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية في مختلف مراحل التعليم ؛ لتكون وسيلة الاطلاع علي تطور العلم والثقافة والانفتاح علي العالم. وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب ؛ نظرا لأن استعمال اللغة القومية في التدريس ييسر علي الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوي، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية، ويرتفع بمستواه العلمي، وذلك يعتبر تأصيلا للفكر العلمي في البلد، وتمكينا للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها في التعبير عن حاجات المجتمع، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم.

ولا يغيب عن حكومتنا العربية أن حركة التعريب تسير متباطئة، أو تكاد تتوقف، بل تُحارب أحيانا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية في سلك التعليم والجامعات، ممن ترك الاستعمار في نفوسهم عُقدا وأمراضا، برغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلي اللغة العبرية، وعدد من يتخاطب بها في العالم لا يزيد علي خمسة عشر مليون يهوديا، كما أنه من خلال زياراتي لبعض الدول واطلاعي وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف

فروع العلوم والآداب والتقنية، كاليابان، وأسبانيا، ودول أمريكا اللاتينية، ولم تشك أمة من هذه الأمم في قدرة لغتها علي تغطية العلوم الحديثة، فهل أمة العرب أقل شأنا من غيرها؟!

وأخيرا .. وتمشيا مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع، وتحقيقا لأغراضها في دعيم الإنتاج العلمي، وتشجيع العلماء والباحثين علي إعداد مناهج التفكير العلمي وطرائقه إلي رحاب لغتنا الشريفة، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذي يعتبر واحداً من ضمن ما نشرته – وستقوم بنشره – الدار من الكتب العربية التي قام بتأليفها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة.

وبهذا ننفذ عهدا قطعناه علي المضي قدما فيما أردناه في خدمة لغة الوحي، وفيما أراده الله تعالي لنا من جهد فيها.

صدق الله العظيم حينما قال في كتابه الكريم **(وقل اعملوا فسيري الله عملكم ورسوله والمؤمنون، وستردون إلي عالم الغيب والشهادة فينبئكم بما كنتم تعملون).**

محمد دربالة

الدار العربية للنشر والتوزيع

المحتويات

الباب الثاني

مقدمة

الماء هو الحيـاه ؛ فـلا يمكن لأى كـائن حي أن يعـيش دون مـاء ؛ ولذلك فلا حياة بدون ماء . وإذا نظرنا حولنا لوجدنا أنفسنا نتعامل مع الماء الذى يعتبر من أثمن الأشياء - والذى بدونه لا يمكن أن نعيش - تعاملا سيئا ؛ فنسىء استغلاله إلي أقصي درجة ممكنة في الزراعة والصناعة وفي الاستعمالات الشخصية. نلوثه بأيدينا ، وبمخلفاتنا ، ومخلفات حيا تنا ونحن نعلم تماما أن كل هذه الملوثات ستصل الينا بطريق مباشر أو غير مباشر..

إن الماء النقي أصبح نادرا ، وإن الملوثات التي تصل إلي الماء اليوم أصبحت تكلفنا تكاليف باهظة سواء نتيجة آ ثارها الصحية الخطيرة علي كل الكائنات وفى مقدمتها الإنسان ، أم نتيجة لمحاولة تنقيتها بالتكنولوجيات الحديثة .

ان العالم قد لوث كل مصادر المياه ؛ بدءا بالمحيطات والبحار والانهار وانتهاءا بالمياه الجوفية ومياه الامطار.

لقد أصبح ما يتناوله الإنسان من ملوثات يوميا خلال مياه الشـرب والغـذاء يشكل خطرا حقيقيا ، سواء بسبب الملوثات

البيولوجية أم الملوثات الكيميائية ، ويبدو ذلك جليا فى ارتفاع عدد حالات الإصابة بالفشل الكلوى والكبدي والسرطان.

لقد أوضح العلماء أن كمية المياه العذبة التي في متناول استعمال الإنسان لا تتعدى جزيء من كل ١٠٠٠٠٠ جزيء مما هو موجود على سطح الكرة الأرضية. كما أن عملية تنقية المياه بعد تلويثها تعتبر من العمليات المكلفة للغاية ، وقد تدخل فى نطاق المستحيل.

إن تلوث المياه في الوقت الحالى يؤثر على صحة البشر فهو المسئول عن إ مراض ١.٢ بليون انسان فى العالم ، وهو المسئول عن موت ١٥ مليون طفل عند عمر أقل من ٥ سنين سنويا.

إن علماء العالم يحذرون من أن ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضية سوف يؤثر في كميات المياه العذبة المتاحة في العالم ، وسوف يؤثر في التغير فى مياه التربة وسريان المياه فى الأنهار في أماكن مختلفة من العالم.

ان عدد سكان العالم - الذى كان عام ١٩٥٠ ؛ ٥ر٢ بليون نسمة - سيزداد بنسبة ١٥٠٪ ليصبح ٣ر٦ بليون عام

٢٠٠٠ ،ويصبح ٨,٥ بليون عام ٢٠٢٥ . لقد أجمعت التقارير العالمية أن نصيب الفرد من المياه العذبة ينخفض عاما بعد عام ، وأن المشكلة تزداد تعقيدا عندما نعلم ان هذا النقص فى نصيب الفرد مصحوب بتلوث فى المياه يزداد أيضا عاما بعد عام.

إن معدل استهلاك المياه للفرد علي مستوي العالم يتراوح بين ٢٠ و ٥٠٠ لتر في اليوم . وبرغم ذلك فان ٤٪ فقط من سكان العالم يستخدمون مابين ٣٠٠-٤٠٠ لتر ماء في اليوم ،بينما يستخدم ثلثا سكان العالم - وغالبيتهم من أفريقيا وآسيا - أقل من ٥٠ لترا في اليوم .

هذا ويعبر عن مستوي الحياة بما يحصل عليه الفرد من المياه ؛ فعلي حين أن نصيب المواطن الأمريكي من الماء في العام ١٥٠٠ متر مكعب نجد ان نصيب المواطن الأوربى ٥٠٠ متر مكعب في السنة ، بينما متوسط نصيب الفرد في بقية أنحاء العالم ١٠٠ متر مكعب في السنة.

وسنحاول فى هذا الكتيب أن نلقى أضواء على نقطة المياه التى اصبحت تشغل بال العلماء ؛ سواء على المستوى العالى أو الإقليمى او المحلى.

سنحاول جاهدين ان نلقى الضوء على نقطة المياه من حيث الكم والكيف ، واضعين فى حسباننا أن هذه المشكلة مشكلة عالمية وإقليمية وأيضا محلية اصبح يقاسى من ندرتها أو من تلوثها كل إنسان فى هذا العالم برغم قدراته الفائقة فى أبحاث غزو الفضاء.

لقد أشارت معظم التقارير أن هناك بوادر حروب سيكون سببها الرئيس هو نقطة المياه.

الباب الأول

البيئة المائية

AQUATIC ECOLOGY

تغطى المياه ٧٠٪ من سطح الكرة الأرضية ، ٩٧,٠٤٪ من هذه المياه تتواجد فى المحيطات والبحار والبحيرات المالحة ، بينما تمثل الكمية المتبقية (٢,٥٩٪) المياه العذبة . وهذه المياه العذبة تتكون من ثلاثة أجزاء:

المياه الموجودة فى صورة جبال ثلج فى القطبين الشمالى والجنوبى، وهذه تمثل ٧٧٪ من الكمية ، بينما تتواجد ٢٢٪ فى صورة ماء ليس فى قدرة الإنسان الحصول عليه حيث يصل عمقه إلى ٨٠٠ متر تحت سطح الأرض، و١٤٪ من الكمية السابقة (٢,٥٩٪) تتواجد فقط فى متناول الانسان فى صورة ماء أرضى أو صورة مياه سطحية كالأنهار والترع والمستنقعات.

هذا .. وتستخدم الزراعة فى العالم ٦٨,٩٪ من المياه العذبة المتاحة ، بينما تستهلك الصناعة ٢٧,٥ ٪. وسوف ترتفع

هذه النسبة عام ٢٠٠٠ لتصبح ٣٣,٢ ٪، حيث تقل كمية المياه المستخدمة فى الزاعة لتصل إلى ٦٣,٣ ٪، برغم أن المساحة المنزرعة ستزيد من ٢٧٢ مليون هكتار عام ١٩٩٠إلى ٣٤٧ مليون هكتار عام ٢٠٠٠.

وتختلف البيئات المائية اختلافا كبير ا فى محتواها من الكائنات الحية،فالمعروف أن كل متر مكعب من المياه يحتوى على ملايين من الكائنات الحية المائية المسماة بالهائمات النباتية ، وهذه الكائنات هي المسئولة عن امتصاص ثانى أكسيد الكربون واستخدام طاقة الشمس فى تمثيله ؛ حيث يتم إنتاج مواد غذائية نباتية ويتم إخراج الأكسجين اللازم لحياه الكائنات الحية، فالمعروف أن هذه الكائنات الحية النباتية توفر للكائنات الحية الموجودة فى الكرة الأرضية ٧٠٪ من الأكسجين اللازم للحياة وأى إضرار بهذه الكائنات .. يؤدى الى الاختلال فى سلسلة الغذاء ويؤدى إلى خفض استهلاك ثانى أكسيد الكربون وإنتاج الأكسجين.

كما أن هناك مجموعة أ خرى من الكائنات الحيوانية - سواء أكانت حيوانات وحيدة الخلية أم حيوانات عديدة الخلايا - ويطلق على هذه الكائنات اسم" الهائمات الحيوانية " ، وهى تتغذى على الهائمات النباتية والحيوانية ،وأية أضرار بهذه الكائنات .. يؤدى إلى

الإقلال من منظفات البيئة التى تقوم باستهلاك الموا د الضارة الموجودة بالبيئة المائية ؛ولذلك يعتبر العلماء أن أى إضرار بالكائنات الحية الموجودة فى البيئة المائية هو إضرار بالبيئة ككل.

فهناك توازن تام بين الكائنات الحية فى البيئة المائية . وأى إخلال بهذا التوازن يؤدى إلى اخلال فى نمو وتكاثر بعض الكائنات الحية . ولقد أشار العلماء إلى أن قتل هذة الكائنات فى البيئة المائية يعنى فى الحقيقة موت الحياه - فيها .

والمعروف أن الكائنات الحية فى البيئة المائية تستهلك كميات هائلة من ثانى اكسيد الكربون الناتج من النشاط الإنسانى، وأن أى إخلال بهذا التوازن من الكائنات يؤدى إلى اخلال فى عملية هدم وتكوين المواد العضوية.

لقد اوضحت الدراسات أن ما تحويه المحيطات من ثانى أكسيد الكربون يقدر بنحو ٣٩ تريليون طن؛ أى ما يزيد على ٥٠ مثل ما يوجد بالجو . ويدخل المحيطات ويخرج منها نحو ١٠٠ بليون طن سنويا ؛ يحتجز منها نحو ٣ بلايين طن تعمل على النمو المعتدل فى الجو . ومن الممكن أن تصبح مياه المحيطات السطحية بمضى الوقت أكثر تشبعا بثانى أكسيد الكربون ؛فتعجل من زيادة درجة حرارة الأرض.

والمعروف أن الأكسجين الموجود فى الماء يبقى ثابتا فى البيئة المائية ١٠ آلاف مرة قدر ثبا ته فى الهواء ؛ ولذلك يستخدم معدل الأكسجين فى الماء كدليل على الحياة فى البيئة المائية . وعادة ما يعزى عدم قدرة الكائنات الحية على تخليص البيئة المائية من الملوثات إلى النقص فى كمية الأكسجين ؛ نتيجة لتراكم السموم فى البيئة المائية وتأثيرها في الهائمات النباتية المنتجة لهذا الأكسجين.

وعموما..فان الدراسات البيئية على البيئة المائية وتلوثها تعتمد على ثلاث حقائق :

١ -مقدار كمية المواد العضوية والمواد الغذائية والمواد السامة الموجودة فى الماء.

٢- معدل تحطم وهدم هذه المواد فى الماء.

٣- العلاقة ما بين الكائنات الحية والمواد غير الحية فى هذه المياه.

صور الماء

يتواجد الماء فى الطبيعة فى صور ثلاث ؛ هى:

أ - الصورة الغازية : على هيئة بخار ماء ينتشر فى الجو.

ب- الصورة السائلة : على هيئة مياه سطحية وجوفية.

جـ- الصورة الصلبة : في صورة ثلج وتنتشر فى بقاع كثيرة من الكرة الارضيـة ،وخـاصـة فى جـبـال الثلج فى القطبين الجنوبى والشمالى ،وعلى قمم الجبال.

وبالإضـافة إلى ذلك فـإن الماء يوجد متـحدا مع بعض المواد الأخرى ؛ مكونا مركبات كيميائية عضوية وغير عضوية.

وتخـزن الميـاه على كـوكب الأرض فـى خـمـسـة مـسـتـويات ضخمة ؛هى:

١-**الغلاف الجوى:** وهو الذى يحـتـوى على بخـار الماء الذى يغذى المستودعات الأخرى بالمياه وتقدر كمية المياه بالغلاف الجوى ب ١٩.و. مليون كيلو متر مكعب..

٢-**المياه السطحية:** وتشـمل المحيطات والبحار المالحة وتقدر كمياتها فى العالم ب ٦٤٢٥ مليون كيلو متر مكعب. ومياه الأنهـار وتقـدر كـمـيـاتهـا ب١٦.و . مليـون كـيلو مـتـر مكعب، والبحيرات العذبة وتقدر كميـاتها ١٩و. مليـون كيلو متر مكعب ، كما تشمل الثلوج القطبيـة وأعلي قمم الجبال وتقدر كمياتها ب

٥٦ مليون كيلو متر مكعب .

٣-مياه التربة: وهى توجد على هيئة طبقة رقيقة تغلف حبيبات التربة، و يستعملها النبات في غذائه و في عملية النتح وتقدر كمية مياه التربة ب ٠.٣٨، مليون كيلو متر مكعب .

٤-المياه الجوفية: وهى المياه التى تتسرب وتتجمع فى جوف الأرض بفعل الجاذبية بعد أن تتشبع طبقات التربة التى تعلوها وتقدر كمية المياه الجوفية فى العالم ب ١٨.٧ مليون كيلو متر مكعب .

٥-المياه المخزنة فى أجسام الكائنات الحية: وهي المياه التى تتواجد في كل من النباتات والحيوانات والكائنات الحية الدقيقة وفى الإنسان، والتى تسمى ب "المياه ا لحيوية " Biological water وتقدر كميتها ب ٠.٠٠١، كيلو متر مكعب.

الدورة المائية

يتحرك الماء فى صوره الثلاث من طبقات الجو العليا ومنها الى سطح الأرض ، ثم إلى باطنها ، رجوعا مرة أخرى إلى طبقات الجو العليا فى دورة لا نهائية تسمى ب "الدورة المائية".والتى يمكن

تلخيصها فيما يأتى :-

أ - يتحول جزء من مياه المحيطات والمسطحات المائية الأخرى ومياه النتح إلى بخار ماء بفعل حرارة الشمس، ويتصاعد هذا البخار إلى طبقات الجو العليا؛ حيث يتم تكثيفة بفعل البرودة ؛ ثم يتساقط مرة أخرى على وجه الأرض في صورة أمطار أو ندى أو ثلوج.

ب- تمتص الأرض - جزئيا أو كليا - المياه المتساقطة عليها، بينما يتدفق الجزء الباقى على هيئة مياه جارية فى شكل أنهار ووديان موسمية تصب فى محيطات أو بحار أو بحيرات داخلية أو أنهار ؛ لتعيد الكرة وتتحول إلى بخار مرة أخرى. ويتوقف حجم المياه المتسربة إلى باطن الأرض أو الجارية على سطحها على تضاريس المنطقة ومدى نفاذية التربة التى تغطيها.

جـ- تتسرب المياه على الأرض إلى اسفل بفعل الجاذبية،وذلك بعد أن تتشبع كل الطبقات التى تتخللها حتى تصل إلى سطح الماء الجوفى، وفى أثناء ذلك يتعرض جزء من هذه المياه للتبخر مرة أخرى خلال الطبقات العليا من التربة المتصلة بالجو الخارجى ،أو خلال عمليات النتح بعد امتصاصه بواسطة النباتات النامية على سطح الأرض.

د- تتحرك المياه فى الخزان الجوفى طبقا للمعادلات الهيدرولوجية الخاصة بالخزانات . والماء الجوفى - عموما - أقل تعرضا للفقد بواسطة التبخر حيث تنبثق هذه المياه على هيئة ينابيع ، أو تتسرب لتغذى الوديان والأنهار، أو بو اسطة الخاصية الشعرية عندما يكون مستوى الماء الجوفى قريبا من سطح الأرض.

هذا ..وبالرغم من أن كمية المياه المتداولة سنويا فى الدورة المائية ثابتة تقريبا.. فإن طرق توزيعها والتحكم فيها قد تخضع - فى كثير من الأحيان - لإرادة الإنسان ؛ بما يضمن الاستفادة القصوى من تلك الموارد فى الزمان والمكان المناسبين.

أهمية المياه

الماء هو الحياة WATER IS LIFE

تبدو أهمية المياه فى قول الله تعالى "وجعلنا من الماء كل شئ حى" . فالماء تتكون منه خلايا الجسم ، وبوجود المياه يصل الغذاء إلى أنسجة الجسم المختلفة ، وبوجوده أيضا يتخلص الجسم من البقايا .والماء الذى ينزل من السماء هو مصدر الحياة ، حيث ينمو الزرع ، وتخضر الأرض ، وتدب فيها الحياه .. ولا حياه .. بدون ماء.

لقد أصبح القول المأثور" إن الماء هو الحياة " حقيقة واقعة؛ فهو ضرورة لكل أشكال الحياة الموجودة على سطح الأرض.

قول مأثور

لقد أشار العلماء إلي أن الرجل العظيم "باركراما باهو " Parkrama Bahu ملك سريلانكا قد وضع أساسا من أسس هندسة المياه ؛ حيث قال فى القرن الثانى عشر «لا تدع أية كمية صغيرة من مياه المطر تذهب إلى البحر دون أن يكون فيها نفع للإنسان».

وبعد ثمانية قرون من هذا القول المأثور أقام علماء هندسة المياه آلافا من القناطر والسدود والقنوات ؛ من أجل توصيل المياه اللازمة لهم فى الوقت والمكان المناسبين ، إن أحسن الأمثلة لذلك سد أسوان والقناة الموجودة فوق القناطر فى كاليفورنيا؛ حيث حولت الصحراء إلى خضرة . والحقيقة ان هذا الاعتقاد خاطىء من جانب العلماء فان قدماء المصريين منذ أكثر من ٩٠٠٠ سنة قد وضعوا للبشرية اسس هندسة الري ،وهم أول من أقاموا السدود على نهر النيل ، واول من اقاموا المقاييس ، وأول من وضع نظام للرى بالراحة حتى أن أسس هذه الهندسة المائية تدرس فى جميع جامعات العالم المتمدين.

أهمية المياه :

تتعدى أهمية الماء دورها فى حياة الإنسان - سواء لإنتاج الغذاء أم لدورها فى عملية الطبخ أو عملية التنظيف - إلى أهميتها كمصدر للحياة . وبرغم أنها العامل الرئيسى المحدد لإنتاج الغذاء اللازم لهذا العدد الهائل من البشر فى العالم .. فأن حاجة ٥ بلايين شخص فى العالم إلي هذه المياه مهمة جداً ، وخاصة للأجيال القادمة .

لقد كان عدد سكان الكرة الأرضية عام ١٩٥٠ هو ٥و٢ بليون نسمة . ومن المنتظر أن يزيد الي ١٥٠ ضعفا بحلول عام ٢٠٠٠ ؛ ليصل الي٣ر٦ بليون شخص بزيادة قدرها ٩٥٪ في الدول النامية . وتعنى زيادة السكان زيادة فى التحول الى الحياه .. الحضرية ؛ فبينما كانت نسبة الحضر عام ١٩٥٠ هى ٢٩ ٪ فمن المنتظر ان تتضاعف عام ٢٠٠٠ لتصبح ٤٧ ٪ .

ومن المنتظر ان تزداد عدد المدن التى تحتوى على أكثر من مليون شخص من ٧٨ مدينة ليصل عددها الي ٤٠٨ مدينة عام ٢٠٠٠ . والمدن التى يزيد عدد سكانها علي ١٠ مليون سيزيد عددها من ٣ مدن (اثنتين في الدول المتقدمة وواحدة فى الدول النامية) ليصل عددها إلي٢٢ مدينة (٤ في الدول المتقدمة و ١٨

في الدول النامية) عام ٢٠٠٠ . وسوف يستتبع ذلك زيادة الطلب على المياه المأمونة للشرب لهذا الكم الهائل من البشر.

إلا أنه يجب ألا يغيب عن صانع القرار أنه عندما نتكلم عن الماء وأهميته يجب أن يكون ذلك مرتبطاً بالصرف الصحى. لقد نالت مشكلة المياه والصرف الصحى اهتمام الأمم المتحدة من خلال عديد من اجتماعات القمة والاجتماعات الدورية؛فالجميع يعلم أن نظافة الماء والاهتمام بحل مشكلة الصرف الصحى يعنى - فى المقام الأول - الحفاظ على صحة المواطنين ، وكذا تقليل نسبة الوفيات والإعتلال والمرض فى الأطفال .

وفى السبعينيات كان واحد فقط من كل ثلاثة فى دول العالم الثالث هو الذى يتوفر له الماء والصرف الصحى ،بينما كانت ١٠٪ فقط من البشر (في قرى هذه الدول) هى التى تتمتع بماء يصلح للشرب وإمكانات صرف صحى . وفى هذا العقد مات أكثر من ٦ مليون طفل سنويا ونصف السكان كانوا يصابون بالطفيليات فى الدول النامية

وفى ذلك الوقت اهتمت الأمم المتحدة وهيئة الصحة العالمية بضرورة وضع مخطط حتى عام ٢٠٠٠ ؛ من أجل الحفاظ على صحة الإنسان ؛ بتوفير الماء والصرف الصحى.

ويعتبر العلماء أن عقد الثمانينيات هو العقد المفقود (Lost decade) ؛ حيث لم تقدر البشرية عمليا أن تحقق للإنسان ما توقعه عندما خطط لذلك في عقد السبعينيات ؛لتحسن صحة الإنسان عن طريق توفير الماء النظيف والصرف الصحى الجيد. ويرجع هذا التدهور الشديد إلي العقبات الاقتصادية والسياسية.

أما عن عقد التسعينيات فلقد اعتبره العلماء عقد الفرص (Decade of opportunity).

الماء كقاعدة بيئية

Water as an ecological base

تتكون النظم البيئية Ecosystems من مكونات حية ومكونات غير حية. والمكونات الحية تتكون من ثلاثة أنواع من الأحياء : أحياء منتجة Producers ، وأحياء مستهلكة Consumers وأحياء محللة Decomposers. أما المكون غير الحي فيتكون من الماء ، والهواء ، والتربة ، والمواد الغذائية ، والمعادن ،والمواد العالقة ، والمواد العضوية المتحللة الذائبة.

والحدود التى تحدد النظم الطبيعية Natural ecosystem يطلق عليها "البيئة ".

إستخدامات الماء

الماء للغذاء

إن معظم الأراضى فى العالم (٨٣ ٪) يتم ريها عن طريق الأمطار وتلعب الأمطار دورا هاما في عملية إزالة الطبقة السطحية الخصبة من التربة.أما الري عن طريق مصادر المياه السطحية فعادة ما يساء استخدامه ؛ حيث يقوم المزارع باستخدام كميات هائلة من المياه التي لا يدفع ثمنها غالبا . وغالبا ما تكون هذه المياه ملوثة بفعل الإنسان.

هذا .. و لاسبيل لتكوين التربة الزراعية - التى يستغلها الإنسان لاستنبات غذائه وعشبه، ولإنتاج لحومه - إلا عن طريق فعل المياه باليابسة، ثم بما تحمل من الماء ،وماترسب من غرين وطمى ودبال، لكي تتكون التربة وتصبح صالحة للزراعة .

والماء هو المسئول الأول عن خصوبة التربة ، حيث يوفر الظروف البيئية اللازمة للكائنات الحية المسئولة عن خصوبتها .كما أن المصادر المائية تمد الانسان بكميات هائلة من البروتين فى صورة أسماك. ولقد ازداد وزن الأسماك وغيرها من الغذاء المستمد من

البحر - فى الفترة من عام١٩٤٦ إلى ١٩٦٨ - من ٢٠ مليون طن إلى ٦٤ مليون طن، زادت إلى أكثر من ذلك بكثير فى السبعينيات.

والواقع أن العالم في سنة ٢٠٠٠ سيصبح فى حاجة إلى ١٥٠ مليون طن من الغذاء البحرى من أجل إطعام سكانه، وهو قدر يزيد بمقدار ٧٠٪ إلى ٨٠٪ عما نحصل عليه من البحر الآن، فهل يمكن للإنسان أن يتوقع حصوله على هذه الزيادة عن طريق تكثيف الصيد فحسب ؟ أم لابد من دراسة وبحث، ونقلة فى طريق الإنسانية، بمثل نقلة الإنسان الأول من الحصول على (المحصول) الطبيعى بالصيد، إلى الزراعة؟

على الإنسانية اليوم أن تنتقل بحاجتها من الغذاء البحرى من الصيد إلى الزراعة أيضا، ولكن فى البحر هذه المرة، ولن يكون حرثا فى البحر ، ولكن جنيا وحسن استغلال، وصدق من قال «وجعلنا من الماء كل شئ حى».

هذا .. وتوضح المتوسطات الدولية أن ما يحصل عليه الفرد يوميا من بروتين الأسماك هو ٤٪ من مجموع كمية البروتين التى يستهلكها وقدرها ٥٣ جراما يوميا ؛فيكون احتياجه اليومى من

بروتين الأسماك هو ٢،١٢ جرام يوميا؛ وإذا كانت نسبة البروتين فى السمك ٨٪ فإنه يلزم للشخص يوميا ٢٦،٥ جراما من الاسماك : أي إن المتوسط الدولى لاستهلاك الاسماك ٩،٦٧ كيلو جرام سنويا.

فإذا أخذنا فى الحسبان أن عدد سكان مصر سوف يبلغ ٦٩ مليون عام ٢٠٠٠ وان متوسط استهلاك الفر د سيكون ١٠ كيلوجرامات من الاسماك.. فإننا سوف نحتاج إلى ٦٩٠ ألف طن سمك سنويا. ولا سبيل إلى ذلك إلا الاستزراع السمكى ، وتحسين وسائل الصيد.

وتشير بعض التقديرات إلى إمكانية انتاج ٦٠٠ الف طن من المصادر الذاتية عام ٢٠٠٠ كما هو مبين بجدول (١) .ويبين جدول (٢) ضعف إنتاج مصايدنا فى كل من البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط . كما يبين جدول (٣) مساحات البحيرات الشمالية وإنتاجها المقارن والمستهدف ، بينما يبين جدول رقم (٤) مخطط الاستزراع السمكى والمستهدف منه عام ٢٠٠٠.

جدول(١) : تقديرات كميات الاسماك ونصيب الفر حتي عام ٢٠٠٠.

السنة	الانتاج المحلي	المستورد	متوسط نصيب الفرد كجم سنة
١٩٦٥	٩٨ر٨٠٠	٦ر٧٠٠	٣ر٥
١٩٧٥	١١٧ر٧٠٠	٢٢ر٥٠٠	٤ر٠
١٩٨٥	٢٠٠ر٠٠٠	٦٥ر٠٠٠	٦ر٠
٢٠٠٠	٦٠٠ر٠٠٠	١٠٠ر٠٠٠	١٠ر٠

جدول (٢): انتاج مصايدنا من البحر الابيض المتوسط والبحر الاحمر.

منطقة الصيد	الانتاج بالطن عام ٨١	المستهدف عام ٢٠٠٠
البحر الابيض المتوسط	١٨٥٠٠	٣٠٠٠٠
البحر الاحمر	٢,٥٠٠	٥٠٠٠٠

جدول (٣) : مساحات البحيرات الشمالية وانتاجها والمستهدف عام ٢٠٠٠.

اسم البحيرة	المساحة الحالية بالفدان	انتاج عام٨١ بالطن	المستهدف عام ٢٠٠٠٠ بالطن
المنزلة	٢٨٠٠٠٠	٥٠٠٠٠	٦٠٠٠٠
البرلس	١٣٦٦٠٠	١٥٠٠٠	٤٠٠٠٠
ادكو	١٦٠٠٠	٥٠٠٠	٥٠٠٠
مريوط	١٥٠٠٠	٦٠٠٠	٥٥٠٠

جدول(٤) :مخطط الاستزراع السمكي والمستهدف حتي عام ٢٠٠٠.

البيان	المساحة بالفدان	المستهدف عام ٢٠٠٠
خطة الدولة بمجهوداتها الذاتية	٣٠٠٠٠	٣٥٠٠٠
خطة الدولة بالتعاون مع البنك الولي	٣٠٠٠٠	٣٥٠٠٠
خطة ادولة بالاشتراك مع هيئة المعونة الامريكية	٥٠٠٠	٥٠٠٠
مرابي ومزارع شاطئية اهلية	٩٠٠٠٠	

والماء للتنمية

بدون الماء لايتم تقدم، سواء كان زراعيا أم صناعيا أم إجتماعيا ؛ ولذلك فالمعركة مشتركة في العالم كله، من أجل توفير الماء. فالماء ضروري للزراعة؛ اذ إن ٨٣٪ من الأراضى الزراعية فى العالم تروى عن طريق الأمطار. ويبين جدول (٥) مدى تطور استخدام المياه فى الزراعة والصناعة والاستخدام الآدمى .

إن ما يحتاجه انتاج كيلوجرام من البرسيم هو ٥و١-٣ امتار مكعبة من الماء ، بينما يحتاج الكيلو جرام من نبات القطن الى ٤و.-٦و. مترا مكعبا من الماء . ويحتاج انتاج كيلو جرام من نبات الفول السودانى الي ٦و.-٨و. مترا مكعبا وبالنسبة للأذرة يحتاج الكيلو جرام إلى ٨و.-٦و١ مترا مكعبا اما بالنسبة للارز فيحتاج إلى ٧و.-١و١ مترا مكعبا ماء ويحتاج إنتاج كيلو جرام من القمح إلى ١٣٢ جالونا من الماء بينما يحتاج إنتاج كيلو اللحم الى ٥٥١٢ جالون ماء. ويحتاج إنتاج كيلو اللبن إلى ٢٢٠٥ جالون ماء.

فالماء لازم للصناعة أيضا، كما أنه ضروري للإمداد بالمادة الخام، ويلزم كمادة ضرورية مساعدة فى تكنولوجية الصناعة ذاتها.

ولاتستقيم صناعة إلا بالمياه، بها ومعها، حتى وإن لم تكن إحدى خاماتها. ولزومها للإمداد بالخامات، يتمثل فى توفير مصادر للخامات، بعد أن تعز الوفرة فوق اليابسة، أو تصعب الموارد.

ويكشف علم المحيطات عن ثلاثة مصادر للمعادن البحرية، هى من المواد الذائبة فى مياه البحر، أو بالترسيب الصلب وغير الصلب على الأرصفة القارية .أو من الطبقات المترسبة ودرجة التركيز فى الأعماق. وفيما يلي مثال على الوفرة والكثرة نسوقه لمحتوى الكيلو متر المكعب من مياه البحر من بعض المعادن:

٣٥ ألف طن من الملح ،و٦٦ ألف طن من البروم،و ٥٠ طنا من اليود، و٣ أطنان من القصدير، وطن واحد من التيتانيوم ، وأكثر من أربعة كيلو جرامات من الذهب، وهكذا .. ولقد قدر أن محتوى مياه البحار من الذهب يصل إلى نحو خمسة ملايين طن من الذهب، وهكذا، فانظر ماذا يحتويه البحر من المعادن الأخرى؟ وكم يقدم للصناعة والتنمية من مواد خام؟!

أما لزوم الماء كضرورة مساعدة فى التنمية والصناعة، فأمره غير ذى نكر، إذا عرفنا أنه لإنتاج لتر واحد من البترول يلزم عشرة لترات من الماء، ولإنتاج علبة من الخضر المحفوظة يلزم ٤٠ لترا،

ولإنتـــاج كـــيلو جـــرام واحـــد من الورق يلزم مـــائة لتـــر، والصـــوف والأسمنت و...و.. حتى الصلب يلزم لإنتاج طن واحد منه ٢٠ ألف لتر من الماء .

إن تصنيع طن من المطاط الصناعى يحـــتـــاج إلى ٢٠٠ مترمكعب ماء ، بينما يحتاج إنتاج طن من الأمونيا إلي١٠٠٠ متر مكعب ماء .ولإنتاج طن من الألياف الصناعية نحتاج إلي ٥٠٠٠ متـر مكعب مـاء .بينمـا يحتـاج طن واحد من النيكل إلى ٤٠٠٠ متر مكعب ماء.

والماء للطاقة

قـــدر Turner وآخـــرون عـــام ١٩٩١ قـــدرة وحـــدات الطاقـــة الكهربائية عن طريق المصادر المائية بما يعادل ٢٩٠ جيجاوات ؛ أى ما يساوى ٢٤٪ من كمية الطاقة الكهربائية المنتجة فى العالم.

ولقد ارتفعت كمية الطاقة إلى ٥٤٢ جيجاوات عام ١٩٨٤ ، وأصبحت تكون ٢٣٪ فقط من كمية الطاقة الكهربائية المنتجة فى العالم . وفى عام ١٩٨٨ أصبحت تمثل٧٪ فقط من كميـة الطاقة الكهربائية هي طاقة مائية.

تبلغ كـميـة المياه المسـتـخدمـة فى الصناعـة وانتاج الطاقة

على مستوى العالم ٦٧٠ كيلو متر مكعب كما رأينا،و الماء مصدر الحياة،و مصدر الغذاء، ومصدر- كذلك - للتقدم فى الصناعة والنماء، وهو كذلك للطاقة مصدر كبير ومخزون وفير، بل متجدد لاينضب . يقول (لاريرى)، مدير المركز القومى لاستغلال المحيطات فى أمريكا: إن إندماج الذرات الخفيفة، نظائر الايدروجين (الديتريوم والتريتريوم) لم يتحقق إلا فى القنبلة الذرية، بفضل بداية الحركة التى مصدرها القنبلة. إلا أن البحوث المستمرة حول الاندماج الذى يمكن السيطرة عليه، فى جميع البلاد المتقدمة، والوصول إلى نهايتها - قرب نهاية هذا القرن، سيجعل من المحيطات مستودعا للطاقة لاينضب.

إن هذه المواد الأولية التى لاتقاس إلا بالجرامات - من أجل إنتاج الطاقة - توجد بملايين الأطنان فى المحيطات . . أليس ذلك - إن عالجته التكنولوجيا الحديث بالبحث والدراسة -، مصدرا للطاقة لاينضب .. وخاصة أن مصادر الطاقة الحالية تؤذن بنفاذ..

والماء للتكنولوجيا

فالغريب حقا، أن تنفق ألوف البلايين من الجنيهات على أبحاث الفضاء وغزوه، بغية كشف أسراره، بينما الأرض - التى

عليها نولد ونحيا ونموت - ، لم تزل ببعض أسرارها علينا ضنينة. ولعل من أخطر أسرارها، الشح الذى تعانيه الحياة على سطحها فى الغذاء والماء العذب، حتى أصبح الجوع والعطش من أشد مايخشاه الإنسان اليوم.

وحين تستعرض الدول المتقدمة فنونها التكنولوجية فى الفضاء وماإليه، فإن مشكلة كمشكلة الماء العذب، وتوفيره تفرض نفسها بارزة فوق ماعداها من مشكلات أخرى كثيرة، فهناك اليوم ملايين وملايين من الأنفس يتطلعون إلى وجبة غذاء كاملة، وبالماء العذب يتوفر ذلك.

فمجال الماء لم يزل بكرا، وللتكنولوجيا الحديثة والعلم الحديث، دور كبير في ذلك.

- فاستخراج الغذاء من الأعشاب المائية والهائمات(حيوانية ونباتية) واستزراع الأسماك وماإليه، كلها أمور مطروحة.
- واستخراج المعادن والبترول والثروات من الأعماق البعيدة للمحيطات والبحار، أمور أيضا مطروحة.
- وتوفير المياه العذبة من خضم البحار والمحيطات، أصبح كذلك

أمرا مطروحا، بل ومن أحلام المستقبل.

- باختصار.. إن البحر والمحيط هما المستودع الكبير لكل احتياجات البشرية فى كل أمورها، ولاستمرار تطورها وحضارتها ورفاهيتها .. والعلم الحديث، والتكنولوجيا الحديثة، هما مفتاحا هذا الرصيد والسبيل إليه.

فى بداية عام ١٩٧٧ عقد مؤتمر الأمم المتحدة للمياه فى الأرجنتين؛ اجمعت الدراسات التى أجرتها الأمم المتحدة ومنظماتها المتخصصة على احتمال مواجهة العالم لأزمة كبيرة فى المياه العذبة وصفتها هذه المنظمات العالمية بأنها أخطر من أزمة الطاقة؛ حيث أمكن - وسيمكن - إيجاد بدائل للبترول فى إنتاج الطاقة، لكن ليس هناك بديل للماء العذب فى استخدامات البشر، بل وكل كائن حى كمصدر للحياة، ثم كمصدر للرفاهية بما له من دور فى الصناعة والزراعة والطاقة .

من هنا كان لابد للعالم من أن يعرف كيف يتحكم فى موارده من المياه العذبة بالذات؛ لتفى باحتياجاته المتزايدة، ولتجنب حدوث أزمة عالمية فى المياه خلال العشرين عاما القادمة. فبرغم أن دورة المياه فى الطبيعة تعطى من الماء العذب أكثر مما

يحتاج اليه الإنسان، إلا أنه يبقى على هذا الإنسان، أن يعمل ويفكر لحسن استغلال هذه الثروة والمحافظة عليها.

أن مساحة المحيطات والبحار المالحة تبلغ ١,٤٠٠,٠٠٠,٠٠٠ كيلو متر مربع .. وهذه النوعية لايمكن استخدامها فى الشرب أو فى الرى، وهى تشكل ٩٧,٣٪ من كل ما على سطح الأرض من مياه.

وفى كل عام يتبخر من البحار ٤٥٣ ألف مليار متر مكعب من المياه .يسقط منها على شكل أمطار على مساحة البحار والمحيطات ثانية ٤١٢ ألف مليار متر مكعب ، ويسقط على اليابسة ٤١ ألف مليار متر مكعب ؛فتكون الأنهار والمياه الجوفية.

ولقد قدر أن المستفاد فعلا من ذلك الحجم لايتعدى ١٤ ألف مليار متر مكعب تقريبا فى السنة ؛ بما يعادل ١٠٪ فقط من الموارد. ويكون الفاقد عندئذ ٩٠٪.

إذن فهى مشكلة Quantity والمشكلة أيضا ذات شقين .. فلئن كان العجز شقها الأول، فالتلوث شقها الثانى Quality ؛ فالماء عندما يشوبه التلوث يصبح مصدرا خطرا للأمراض .. بل والموت أحيانا. والتلوث موجود بالطبيعة وبخاصة فى البلاد الفقيرة،

إلا أنه أيضا وجد وزادت حدته بظهور الصناعة.

إن التكنولوجيا يمكنها ان تحل مشكلة التلوث - ولكن دراسات العلماء التي اذيعت عام ١٩٩٢ توضح انه لو جمعوا ميزانيات جميع دول العالم للصرف منها لاعادة البيئة الي ما كانت عليه فان كل هذه الميزانيات لن تكفي ذلك - ان تكنولوجيا حماية البيئة مرتفعة التكاليف للغاية.

ويقول التعلبى في كتابه: «إذا كان الماء نتنا لايشربه أحد فهو آسن .. وإذا أجتمعت فيه الملوحة والمرارة فهو أجاج .. وإذا كان فيه شئ من العذوبة ويشربه الناس فهو شريب .. أما إذا كان دون ذلك فى العذوبة ولايشربه الناس إلا عند الضرورة وقد تشربه البهائم، فهو شروب .. وإذا كان الماء عذبا فهو فرات .. وإذا كان سهلا سائغا متسلسلا فى الحلق من طيبه فهو سلسل أو سلسال .. وإذا جمع بين الصفاء والعذوبة والبرودة فهو زلال .

حرب المياه فى الشرق الأوسط

«الحرب القادمة فى منطقة الشرق الأوسط سوف تكون حرب المياه وليست حرب السياسة» هكذا قال الدكتور بطرس غالى.

لقد قالت مائير «إذا لم يكن الناس فى منطقة الشرق الأوسط عاقلين لمناقشة حل لمشكلة أمن المياه فإن الحرب لن يمكن تجنبها».

إن الوطن العربي يواجه نموا سكانيا متعاظما وتدهورا بيئيا واعتداء علي حقوقه المائية. وجميع هذه العناصر تقود بالضرورة إلي أحد مقومات الأمن القومي العربي وهو الأمن المائي الذي يشكل عماد الامن الغذائي . وإن انكشف أمننا الغذائي واتجهنا إلى استيراد المواد الغذائية فالماء لا يستورد وهو خلافا لجميع مقومات الأمن القومي الشامل ينبع في أرضنا أو يمر فيها ونحن نستعمله أو نغض الطرف عن الدفاع عنه..

والصراع خطيربين دول المنطقة التى تنفجر فيها المشكلة السكانية ؛مما يدفع دول المنطقة إلى البحث عن الماء والغذاء لسد أفواه هذه الأعداد الهائلة من البشر.

إن هناك صراعاً خفياً خطيراً - بين كل من إسرائيل والأردن وسوريا - على حوض نهر الأردن.و لقد قامت إسرائيل فعلا

باستعمال ٩٥٪ من المياه المتجددة فى هذا الحوض ؛ حيث زادت من استهلاكها للماء ستة أضعاف ما كانت تستهلكه عام ١٩٤٨. وفى أقل من عقد سوف يصل العجز فى الماء فى إسرائيل إلى ٣٠٪. وبرغم أن مزارعى إسرائيل من أفضل مزارعى العالم فى ترشيد استخدام المياه فسوف يحدث مثل هذا العجز.

إن مشاريع الأردن تحتم عليها زيادة احتياجاتها من الماء ٥٠٪ عام ٢٠٠٥. وحاليا توجد بوادر كارثة لعدم توفر المياه اللازمة للمزارع ،ولحاجة المواطنين الذين يتكاثرون بمعدل ٣,٦٪ سنوياً ؛ وهو أعلى زيادة فى العالم.

و الشئ نفسه سوف يحدث لسوريا ولكن عام ٢٠٠٠. هذا وسوف ينافس الفلسطينيون - الموجودون فى منطقة جازا - الإسرائيليين فى استهلاك المياه الجوفية ؛ إذ إن عملية سحب المياه الجوفية بهذه الكيفية سوف تؤدى إلى دخول مياه البحر إلى هذه المناطق مسببة أخطاراً مميتة للزراعة.

والحرب المتوقعة الثانية ستكون بين سوريا والعراق وتركيا، حيث يوجد صراع حالياعلى حوض مساحته ٤٣٠,٠٠٠ ميل مربع ، وإذا أقامت تركيا سد أتاتورك فان الكارثة سوف تحدث لكل من سوريا والعراق ؛ حيث ستؤدى إقامة هذا السد إلى انخفاض ما

سوف يصل من المياه للعراق إلى أقل من احتياجات البلاد. وتقوم تركيا حاليا بدراسة فكرة إنشاء أنبوبتى السلام واللتين عن طريقهما سيتم إرسال المياه إلى كلتا الدولتين بالثمن.

أما فى مصر فالوضع متغير؛ فان هذه الدولة التى بها ٥٩ مليون مواطن لا تعتمد على مياه الأمطار دائما؛ وإنما تعتمد تماماً على نهر النيل الذى يشاركها فيه عشر دول -٨٠٪ من المياه، تصل من النهر الأزرق من أثيوبيا، و٢٠٪ من النهر الأبيض الوارد من بحيرة فكتوريا فى تنزانيا.

وطبقاً لاتفاقية السودان عام ١٩٥٩ فان مصر تحصل على ٥٥,٥ بليون متر مكعب من المياه. وحاليا تقوم أثيوبيا بعمل خطط تنمية سوف تخفض من كمية المياه الواردة من النيل الأزرق لكل من السودان ومصر بما يوازى ٤,٥ بليون متر مكعب مياه. وخلال المدة من عام ١٩٨٤ - ١٩٨٥ - التى حدث بها الجفاف -انخفض ما يصل بحيرة السد العالى إلى ٣٨ بليون متر مكعب ماء؛ وهو رقم أقل كثيراًمما تحتاج إليه مصر، واستطاعت مصر أن تعوض ذلك عن طريق ما هو مخزون فى بحير ة السد العالى.

ومن المنتظر أن تقوم السودان ببعض المشاريع التى يمكنها أن تحجب عن مصر ١٠٪ من المياه؛ مما سيسبب أخطارا بالغة لمصر

التى يزيد عدد أفرادها مليون كل ٩ أشهر. وليس أمام مصر بديل إلا ترشيد استخدام المياه.

ان تحليل الوضع المائي في الوطن العربي يكشف ان مشكلة المياه العربية بالغة التعقيد حيث تبرز احصائيات الفقر المائي للوطن العربي . وهو فقر سوف يبلغ في وقت قريب حد الخطر مع الضغط السكاني المتزايد علي الموارد المحدودة. فاذا اضفنا الي ذلك المطامع الاقليمية في المياه العربية وحقيقة ان ٦٧٪ من الموارد المائية التي تجري في الارض العربية تنبع من خارجها ، اتضح لنا مدي حدة الأزمة التي تنتظر الوطن العربي في السنوات القادمة. ويبين الجدول (٥) الاحتياجات المائية العربية حتي عام ٢٠٣٠ طبقا لبيانات المركز العربي لدراسات المناطق الجافة عام ١٩٩١

جدول ٥ : الاحتياجات المائية العربية حتي عام ٢٠٣٠.

الاحتياجات بالمليار م٣/سنة	٢٠٠٠	٢٠١٠	٢٠٢٠	٢٠٣٠
الاحتياجات علي اساس				
الزيادة الحالية للسكان	٣٦٢	٤١٧	٤٩٧	٦١١
العجز المائي المتوقع	١٥٥-	١٧٢-	١٩٩-	٢٥٩-

الباب الثاني

الموارد المائية فى العالم

الماء فى الكرة الأرضية

تغطى المياه ٧٠٪ من سطح الكرة الأرضية. ويتواجد الماء إما فى صورة بخار فى شكل ضباب وسحب وندى ، واما فى صورة سائلة فى شكل أمطار أو مياه سائلة فى المصادر المائية ، وإما في صورة صلبة على صورة جبال ثلج فى القطب الجنوبى والشمالى. و تبلغ كمية المياه فى الكرة الأرضية ١٥٠٠ مليون كيلومتر مكعب ماء ؛ منها ١٤٢٥ مليون كيلومتر مكعب ماء مالحا فى البحار والمحيطات والبحيرات المالحة ، بينما تبلغ كمية المياه العذبة فى الكون ٧٥ مليون كيلومتر مكعب منها ٥٨ مليون كيلومتر مكعب ، موجودة فى صورة جبال ثلج بينما المتاح من المياه العذبة السائلة هو ١٩ مليون كيلومتر مكعب منها ٧و١٨ مليون كيلومتر مكعب فى صورة مياه أرضية ١٩و. ومليون كيلومتر مكعب فى صورة بحيرات،

و١٨٠,٠مليون كيلومتر مكعب فى صورة أنهار. ومنها ٠.٠٣٨ مليون كيلومتر مكعب ماء فى التربة ومنها ٠.٠١٩ مليون كيلومتر مكعب فى صورة بخار وضباب وسحب . وأخيرا تحتوى كل الكائنات الحية على ٠.٠٠١ مليون كيلومتر مكعب ماء.

هذا وتستخدم ٦٨,٩ ٪ من المياه العذبة المتاحة للإنسان فى الزراعة ، بينما تستهلك الصناعة ٢٧,٥٪ . وسوف ترتفع هذه النسبة عام ٢٠٠٠ لتصبح ٣٣,٢٪ ، وستقل كمية المياه المتاحة للزراعة فى العالم إلى ٣٣,٢٪ ، برغم أن المساحة المنزرعة ستزيد من ٢٧٢ مليون هكتار عام ١٩٩٠ إلى ٣٤٧ مليون هكتار عام ٢٠٠٠.

وبالرغم من أن متوسط استعمال الإنسان للماء يتراوح بين ١٠ لترات و ٣٥ لترا فى المناطق الريفية فى العالم فان هذا الرقم يرتفع ليصل إلى ٤٠ لترا - ٣٠٠ لتر فى المناطق ذات المستوى المعيشى المرتفع . وبينما تدخل خدمة المياه النقية فى العالم لتوفر الماء النقى لـ ١٣٤٨ مليون شخصا نجد أن ٧٤٨ مليون فقط تتوفر لهم وسائل خدمات صرف صحى . ولقد انخفض عدد الأفراد المحرومين من المياه النقية فى العالم من ١,٨ - ١,٢ بليون شخص خلال هذا العقد . والمعروف أن عدم توفر مياه صالحة نقية

للشرب .. يؤثر تأثيراً خطيراً على الصحة .وخاصة صحة الأطفال.

نتيجة لكارثة الاقتصاد العالمية عام١٩٨٠ - والتى أثرت على مشكلة توفير مياه صالحة للشرب وصرف صحي مناسب للعالم- لم يتمكن العالم للآن من حل هذه المشكلة حتى إلى ماكانت عليه ؛ من أجل الحفاظ علي صحة الإنسان في العالم.

الاحتياجات العالمية لمصادر المياه فى المستقبل وطرق إدارتها

Future trends in Water Resource Development and Management

الحاجة إلى الماء Demand for water

تبلغ كمية المياه العذبة الصالحة للشرب فى العالم ٤١,٠٠٠ كيلومتر مكعب سنوياً ٠ والطريف أن أكبر كمية من هذه المياه تستخدم فى عملية الرى فى الزراعة ؛ حيث تبلغ هذه الكمية ٦٨٪. وتستهلك الصناعة ٢٣٪ من هذه الكمية .أما الاستهلاك الآدمى فهو ٧٪ فقط.

إن ٤٣٪ من هذه المياه يرجع مرة ثانية إلى المصادر المائية فى صورة مخلفات مائية ؛ حيث إن ٨٧٪ من هذه الكمية تعتبر مخلفات مائية تلوث المصادر المائية والسطحية والماء الأرضى.

والمعروف أن استهلاك المياه يزداد باستمرار، ولكن بمعدل أقل مما حدث فى القرن الماضى، حيث إن معظم الأراضى الصالحة للزراعة فى العالم قد زرعت فعلا . وسوف تزداد كميات مياه الصرف الصناعى الناتجة من عمليات التنظيف أو التصنيع أو التبريد أو إزالة الملوثات فى العقدين القادمين ؛ نظرا لتحول كثير من الدول النامية إلى الصناعة.؛ ولذلك ستزداد كميات مياه الصرف الصناعى على مستوى العالم مما يعرض المياه لمزيد من التلوث ؛ ومن ثم إرتفاع فى أثمان معالجة مياه الشرب .كما أن الارتفاع فى مستوى الشعوب يحتم ضرورة زيادة المياه المستهلكة بالنسبة للفرد. ويعتقد خبراء البنك الدولى أن احتياجات العالم عام ٢٠٠٠ من المياه كالتالى :

للزراعة ٠٠٠ و٠٠٠و ٧ مليون متر مكعب ماء = ٧ كيلومتر مكعب ماء.

للإستعمال الإنسانى ٠٠٠ و٠٠ ٦ مليون متر مكعب ماء = ٦و٠ كيلومتر مكعب ماء.

للصناعة ٠٠٠و ٠٠ ٧و١ مليون متر مكعب = ١,٧ كيلو متر مكعب ماء.

مياه لتخفيف مياه الصرف ٠٠٠و٠٠٠و٩ مليون متر مكعب = ٠و٩ كيلومتر مكعب ماء.

مياه أخرى (معظمها لتبريد محطات القوى) ٠٠٠و٤٠٠ مليون متر مكعب = ٠,٤ كيلومتر مكعب.

الجملة = ١٨,٧٠٠,٠٠٠ مليون متر مكعب ماء = ١٨,٧ كيلومتر مكعب.

ولقد تم حساب كميات المياه اللازمة للنشاط الإنسانى على أساس ٢٧٤ لتر ماء يوميا للفرد؛ على أساس أن عدد سكان العالم ٦ بلايين شخص. هذا.. وتمثل ١٨,٧ كيلومتر مكعب ماء أي ما يعادل ٤٦٪من كمية المياه العذبة المتاحة فى العالم - هى أقصى كمية متاحة ، مع العلم بأن معدل استهلاك الفرد - عادة- فى معظم دول العالم المتقدم فى الوقت الحالى يزيد علي ٢٧٤ لترا/ شخص / يوم.

ومن المنتظر خلال العقدين القادمين أن تحدث مشاكل مائية فى كثير من الدول . وفى كل الدول النامية يعانى البشر التلوث العضوى و غيرالعضوى للأنهار التى تستخدم - عادة - لتوفير

المياه للشرب ،و خصوصاً بعد اتجاه هذه الدول إلى الصناعة. والمشكلة التي تفرض نفسها الآن على الدول هي زيادة ملوحة مياه الشرب.

لقد استنفذ معظم الماء الأرضى بطريقة غير مرشدة فى كل من الولايات المتحدة والهند والصين.

إن أقل من ٠٠١و.٪ من مياه الكرة الأرضية فى متناول الإنسان .

وتؤثر المياه الملوثة فى صحة ١,٢ بليون إنسان ، وتتسبب فى موت ١٥ مليون طفل أقل من ٥ سنوات.

إن ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضية سيؤثر فى كمية المياه العذبة ، وسيغير من درجة رطوبة التربة ، وسيؤثر فى مياه الأنهار فى جميع بلاد العالم.

إن عملية تنقية المياه مرتفعة الثمن ، وقد تكون مستحيلة . والأفضل من العلاج عمل استراتيجية لمنع تلوث مصادر المياه.

إن المشكلة مازالت قائمة، وهي فى حالات كثيرة تتفاقم مع الوقت. فان ثلثى الريفيين الفقراء فى العالم محرومون من إمكانية الحصول على مياه الشرب المأمونة صحياً. فى حين تتسبب

الفيضانات فى تشريد ملايين البشر سنويا . وتتمثل جذور المأساة فى مشكلة إدارة الموارد المائية. والمفارقة الغريبة . إن مايصرف على صناعة الأسلحة خلال سبعة شهور يكفى لتأمين مياه نقية ومرافق صحية كافية لألفى مليون شخص. غير أن هذا التحول فى استخدام الموارد المتاحة يتطلب تعديلا جذريا فى الأولويات السياسية.

وفى حين ترى الدول أن تعزيز قوتها العسكرية يضمن أمنها الوطنى، يبدو أنها لاتنظر بنفس المنظار إلى مشكلة الماء، غير أن تزايد الطلب على المياه العذبة يمكن أن يؤدى إلى نزاعات تهدد الأمن الوطنى، وهذا مابدأ يظهر فى مناطق عدة. فقبل نهاية هذا القرن، سيتجاوز الطلب على المياه المأمونة ضعف ماهو عليه اليوم، وبسبب ترابط مصادر المياه وعدم انحصارها فى حدود سياسية، لن يكون ممكنا تجنب النزاعات إلا عن طريق حسن الإدارة.

رفع كفاءة المياه

إن الرى العام مدعوم بنسبة عالية جداً فى البلدان النامية، فالمزارعون فى معظم البلدان النامية لا يدفعون إلا ما يتراوح بين ١٠٪ و ٢٠ ٪ من تكاليف إنشاء وتشغيل نظم الرى. أضف إلى ذلك أن الرسوم – فى

كثير من البلدان- تفرض على أساس «الوحدة من الأرض المروية» وليس على أساس «الوحدة من المياه المستخدمة". وهذا الأسلوب يمحو أي حافز يحث على صون المياه. والنتيجة هى مياه مبددة ،ونظم للرى لا تتسم بالعدل ولا بالفعالية.

وفى الولايات المتحدة -حيث يدفع المزارعون فى الغرب ١٦٪ فقط من التكاليف التى تتحملها الحكومة لإمدادهم بمياه الرى- يتزايد التأييد السياسى لتقليص الدعم الحكومى الضخم .وبإصدار الكونغرس القانون الذى يتطلب المشاركة فى تكاليف المشروعات المائية الجديدة- فى أواخر عام ١٩٨٦- أصبح لزاماً على المنتفعين بمياه الزراعة أن يدفعوا ٣٥٪ من تكاليف الإنشاء .وتتفاوت نسب المشاركة فى التكاليف الأخرى من حد أدنى قدره ٢٥٪ بالنسبة لمشروعات تنظيم الفيضانات إلى ١٠٠٪ بالنسبة لمشروعات توليد الطاقة الكهربائية والاستخدامات الزارعية والصناعية.

ومن الاتجاهات الإدارية الأخرى فى رفع الكفاءة «دورة» إعادة استخدام مياه الصرف. ففى طوكيو - حيث أصبحت إعادة دورة المياه شائعة - تستخدم مياه الصرف فى غسل المراحيض فى المبانى العالية. فيأخذ مزكز إعادة دورة المياه فى المدينة مياه الصرف من جهاز معالجة من الرتبة الثالثة بمرشح رملى بطيء ،ويكلوره ،ثم

يضخه إلى ١١ مبنى إدارياً عالياً. ويعتزم هذا المركز مضاعفة طاقته إلى ٤٠٠٠ متر مكعب فى اليوم . وسعر المياه المعادة دورتها للمستهلك فى اليابان أقل من سعر المياه العذبة.

نوعية المياه العذبة على مستوى العالم

Water Quality

لم تكن هناك - إلى عهد قريب - بيانات واضحة عن مدى تلوث مصادر المياه على مستوى العالم - سواء التلوث الكيميائى ، أم البيولوجى ، أم الطبيعى حتى عام ١٩٨٧ - وكان ذلك يرجع فى المقام الأول إلى عدم وجود بيانات واضحة من جميع دول العالم. إلا أن كل من هيئة الصحة العالمية وبرنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة واليونسكو وبرنامج الملوثات العالمية قد تعاونوا من أجل عمل مشروع فى عام ١٩٧٧؛ لتوضيح حالة تلوث المياه على مستوى العالم .

وبعد عشرة سنوات من جمع البيانات اتضحت الصورة ؛ حيث أوضحت النتائج أن معظم الملوثات تنحصر فى العناصر الثقيلة ؛ وأهمها الرصاص والنحاس والزنك والنيكل والكروم والكادميوم ؛

ويرجع هذا النوع من التلوث إلي التلوث عن طريق الصرف الصحى والتلوث الصناعى . ولقد اتضح أن الدول غير الصناعية تتأثر بتلوث المياه الناتجة من الدول الصناعية.

تلوث الأنهار فى العالم River Pollution

تتلخص أهم ملوثات الأنهار فى العالم في التلوث بالميكروبات الممرضة وكذا بالطفيليات . ويبدو هذا واضحا فى كل الدول التى تصل مخلفاتها إلى الأنهار ،و خاصة مخلفات المجارى . وهذه الظاهرة واضحة جدا فى كل من الدول النامية فى وسط وشرقي أمريكا وآسيا وأفريقيا ؛ حيث لا يتواجد صرف صحى مناسب سواء فى الريف أم الحضر.

أما المصدر الثانى من التلوث فهو التلوث العضوى - سواء المواد الطبيعية ،أم المواد الصناعية - ومصادر التلوث العضوى الطبيعية موجودة فى جميع أنحاء العالم .أما مواد التلوث العضوى الصناعى فتكثر - عادة -فى الدول الصناعية.

أما المصدر الثالث من التلوث فهو من المواد المعلقة فى المياه والتى عادة ما تصل إلى المياه من مصادر صناعية أو أنشطة إنسانية وهذه موجودة فى جميع أنحاء العالم.

أما المصدر الرابع من التلوث فهو ناتج مما تقوم الأمطار بغسله من أكاسيد نتروجين وأكاسيد كبريت وملوثات موجودة فى الهواء، والتى غالبا ما تكون واردة من أماكن قد تكون بعيدة جداً.

تلوث مياه البحيرات وخزانات المياه

Lakes & Reservoirs Pollution

يرجع المصدر الأول لتلوث هذه المصادر المائية إلي الأنشطة الإنسانية ، وخاصة من النفايات الزراعية الكيماوية وفى مقدمتها الكيماويات الزراعية ، مثل الأسمدة ، والمبيدات . وهذه المشكلة واضحة جداً فى كل من الدول النامية والمتقدمة على السواء.

أما المشكلة الثانية فهى الحموضة الواردة من تساقط مياه أمطار حمضية .

وفى الدول النامية غالبا ما تستعمل هذه المصادر المائية كمصادر صرف لمياه المجاري ومياه الصرف الصناعى ، حيث تتعقد مشاكل التلوث ، ولا تتمكن منظفات البيئة من أداء دورها فى تنظيف هذه المصادر المائية.

الماء الأرضى Ground water

يعد ارتفاع ملوحة الماء أهم مشكلة تواجه الماء الأرضى ؛ وهذا يرجع فى المقام الأول إلى قيام مياه الرى والأمطار بغسيل الأراضى ؛ حيث يتم تركيز الأملاح فى المياه نتيجة تبخر المياه أثناء عملية الرى ، وتبدو هذه الظاهرة واضحة بالقرب من الشواطئ ؛ إذ تتسرب مياه البحار وتصل إلى المياه الجوفية ؛ مسببة ارتفاع درجة ملوحتها.

أما ثانى ملوثات الماء الأرضى فهى النترات والنتريت الواردة أثناء صرف المياه من الأراضى الزراعية المسمدة بالأسمدة الكيماوية. وتبدو هذه الظاهرة واضحة فى غربي أوربا ؛ حيث أوضحت نتائج البحوث أن مستوى تركيز النترات فى هذه المياه قد أصبح فوق المستوى الذى تسمح به هيئة الصحة العالمية فى مياه الشرب.

لقد أوضحت نتائج بحوث المسح الدولى للملوثات فى المصادر المائية العذبة - على مستوى العالم ، وبعد عمل عديد من اختبارات تواجد الملوثات - اتضح أن أخطر الملوثات التلوث الميكروبى الناتج من الصرف الصحى ، وكذلك كميات الزئبق الذائبة فى الماء.

وعموماً .. تتلخص نتائج بحوث منظمة الصحة العالمية - وكذلك برنامج الأمم المتحدة للبيئة على المستوى الدولى - أن الملوثات العضوية وغير العضوية المعدنية ، وكذا عملية التملح لكل من الماء السطحى والأرضى والتلوث المفاجئ نتيجة الحوادث - هي أخطر مشاكل تلوث المياه على المستوى الدولى.

إمكانيات تحقيق الحصول على ماء شرب مأمون

فى المناطق الريفية وفى المجتمعات الصغيرة يكون من الصعب جداً الضغط على الدول من أجل توفير ماء نقى تنطبق عليه الشروط الصحية ؛ وذلك يرجع إلي عدة أسباب ؛ أهمها عدم وجود إمكانات مادية كافية ، وقلة الأشخاص المتخصصين فى ذلك ، وعدم وجود إدارات ناضجة لإدارة المياه.

وعادة ما نحتاج إلى خطة قوية من أجل حماية مصادر المياه من التعرض للتلوث بالميكروبات .وعادة ما تنجح هذه الخطط إذا كان وراءها دعم سياسى ،وإذا كانت مرتبطة ببرامج حماية صحيحة على المستوى المحلى. وتعتمد هذه الخطط على توفير تكنولوجيا وتعليم بيئى ، ومشاركة من المواطنين ، وتدريب عن طريق الخبراء.

وتعتمد التكنولوجيا المطلوبة على ضرورة :

١ - حماية مصادر المياه أولا" من التلوث المباشر لمياه الصرف الصحى ، وثانياً من التلوث نتيجة الرشح الناتج من مواسير المجارى أو(الترنشات) أو غير ذلك.

٢ - معالجة المياه ؛ حيث يجب تطهير المياه من الكائنات الحية الممرضة ؛ وهذا ما يتم إتباعه فى أفريقيا . وعادة ما يكون ذلك غير فعال على المدى الطويل؛ نظراً للقصور فى وجود مادة الكلور . وقد يفقد الكلور فاعليته ، وخاصة إذا احتوت المياه على نسبة عالية من المواد العضوية ؛ وعلى ذلك يفضل حالياً استخدام المواد الطبيعية الموجودة فى البيئة دون الحاجة إلى مواد كيماوية أو إمكانات تكنولوجية لتنفيذها . كما يجب إجراء تحليل دوري مستمر لا يعتمد على التحليل الكيماوى لبطء نتائجه ، ولكن يعتمد على الطرق السريعة الحديثة مثل استخدام اختبار الكتس Testing kits

النظرة المستقبلية لمشكلة المياه والصحة

إن المتتبع لما حدث فى العقود الثلاثة الماضية سوف يستفيد جدا من هذه الدروس فى هذا العالم ؛ الذى يحتوى على كمية محددة من المياه العذبة ؛ التى يجب المحافظة عليها من التلوث . وإذا

لوثها فإن تكاليف إعادة تنقيتها - إن لم تدخل فى نطاق المستحيل عمليا - فهى تدخل فى نطاق المستحيل اقتصاديا ؛ لارتفاع تكاليف علاج المياه الملوثة.

إن النظرة إلى نوعية الحياة فى الدول النامية تدعونا إلى التركيز على مشكلة توفير المياه الصالحة للشرب والصرف الصحى كمشكلة عالمية .

إن ما حدث فى عقد الثمانينيات يوضح أن ٢٩٪ من سكان الريف فى الدول النامية قد توفرت لهم مياه مأمونة للشرب . بينما توفرت هذه المياه في المدن لـ ٧٧٪ من السكان .وفي حين توفرت لـ ٣٥٪ من سكان الريف وسائل صرف صحى ؛ نجد أن ٦٦٪ من سكان المدينة توفرت لهم هذه الإمكانات . وبرغم ذلك فان ٢٢٪ من سكان الريف توفر لهم ماء صالح للشرب فى آسيا، و٢٣٪ قد توفر لهم ماء صالح للشرب فى إفريقيا.

وتدل التقارير العالمية علي أنه فى عام ١٩٨٠ تواجد فى العالم ١٦٥٠ مليون من البشر فى الريف لا يجدون ماءً مأمونا ، بينما تواجد ١٤٧٠ مليون فى الريف بدون أى صرف صحى ،وبرغم أنه فى عقد السبعينيات زاد الصرف الصحى ١٤٠٪ عن نفس الفترة.

ولقد نقص عدد سكان العالم الذين لايجدون ماء مأمونا من ٧٠٠ - ٩٦٠ مليون شخص ؛ والسبب الرئيسى فى ذلك هو النجاح الباهر لكل من الهند والصين فى تقديم مشروعات لتوصيل المياه المأمونة في الريف ؛ على أساس أنهما أكبر دولتين بهما سكان ريف.

وفى نهاية عام ١٩٩٠ أوضحت التقارير أن هناك ١٠٠٠ مليون من البشر فى الدول النامية لا يجدون ماءً مأمونا ، و أن حوالى ١٧٥٠ مليون لا تتوفر لهم وسائل صرف صحى.

الباب الثالث

الموارد المائية فى مصر

تتوفر المياه المتاحة لنا فى مصر في الوقت الحاضر من مصدر رئيسى ، وهو المصدر الأول التاريخى؛ أى نهر النيل. أما المصادر الأخرى فهى مصادر ثانوية؛ وهى المياه الجوفية ، ومياه الصرف التى كان مصدرها النيل أيضا.

١ - المصادر الرئيسية للمياه العذبة فى مصر:

١-نهر النيل :

(أ) هو أطول أنهار العالم (٦٫٦٤٨ كيلو مترا)، ويبلغ حوضه ٣٫٣٤٩٫٠٠٠ كيلو متر مربع ، ويشمل حوضه أجزاء من تنزانيا وبوروندى ورواندا وزائير وكينيا وأوغندا وأثيوبيا والسودان ومصر. وأبعد رافد لنهر النيل يأتى من بورندى (نهر كاجيرا).

وفى المتوسط، فان حوالى ٨٤٪ من مياه النيل تأتى من المرتفعات الأثيوبية، و ١٦٪ تأتى من هضبة بحيرات شرق أفريقيا. ويصل النيل إلى أدنى مستوى له فى أوئل مايو ؛ حيث تأتى مياهه من النيل الأبيض (٨٣٪) ، ومن النيل الأزرق (١٧٪) ؛ وتصل إلى ١.٦ بليون قدم مكعب فى اليوم. أما فى سبتمبر وأكتوبر - حيث يكون أعلى مستوى للنيل عند أسوان - فان كمية المياه فى النيل تصل إلى ٢٤.٧ بليون قدم مكعب فى اليوم . ولايأتى من النيل الأبيض من هذه الكمية - فى هذا الوقت من العام - سوى ١٠٪ ؛ بينما تأتى الكمية الرئيسية الباقية من النيل الأزرق ونهر عطبرة .

(ب) ويختلف إيراد نهر النيل بين عام وآخر؛ فقد وصل إلى أدنى مستوى له فى هذا القرن حتى الآن عام ١٩١٣ (٤٢ مليار متر مكعب)، بينما وصل عام ١٩٦٤ إلى ١٢٠٠ مليار مترمكعب.

(جـ) وقد بدأت أعمال تشييد القناطر والخزانات على نهر النيل فى مصر الحديثة بإنشاء القناطر الخيرية التى

اكتمل بناؤها عام ١٨٦١ ؛ وهى بداية نظام الرى الحديث فى وادى النيل. وأقيمت قناطر زفتا على فرع دمياط فى عام ١٩٠١، وبنى سد أسوان فى الفترة مابين ١٨٩٩و١٩٠٢؛ وتمت تعليته للمرة الأولى بين ١٩٠٨و١٩١١ وللمرة الثانية بين ١٩٢٩و١٩٣٤.

كما أقيمت قناطر إسنا فى ١٩٠٩، وقناطر نجع حمادى فى ١٩٣٠. أما المشروع الذى توج كل هذه الإنشاءات فهو مشروع السد العالى الذى تم بناؤه فى الفترة من ١٩٥٩و ١٩٧٠؛ إذ بينما تصل قدرة خزان أسوان إلى ٤ ملايين قدم مكعب من المياه، تصل قدرة السد العالى إلى ١٣٣ بليون قدم مكعب). فالسد العالى هو واحد من السدود الكبرى الرئيسية فى العالم، أما خزان بحيرة ناصر فهو رابع أكبر خزانات العالم.

(د) وتصل حصة مصر من مياه النيل- وفقا للاتفاقية المبرمة بين مصر والسودان فى ٨ نوفمبر عام ١٩٥٩- إلى ٥٥.٥ مليار متر مكعب من المياه سنوياً (مقابل ١٨.٥ مليار متر مكعب للسودان).

ومن المعروف أن حوالى ٨٥٪ من متوسط الإيراد السنوى للنيل يأتى من الروافد الأثيوبية للنيل الأزرق و نهرعطبرة و نهرالسوباط ، بينما يأتى الباقى من الهضبة الأستوائية عن طريق النيل الأبيض، وكذلك تأتى كمية قليلة (حوالى ٥و. مليارا متر مكعب) من حوض بحر الغزال.

٢- المياه الجوفية

بناء علي التقسيم الجغرافي لجمهورية مصر العربية ، يمكن تقسيم الجمهورية إلي أربع مناطق جغرافية تتبعها أحواض هيدرولوجية علي الوجه الآتي :

** منطقة دلتا وادي النيل

تعتبر المياه الجوفية جزءاً أساسياً من الدورة الهيدرولوجية ، ولدراسة الميزان المائي يحتاج الأمر إلي تحديد الحدود الطبيعية لمنطقة الدراسة وحصر مكونات الميزان الهيدرولوجي ؛ حتي يمكن حساب كميات المياه التي تدخل المنطقة وتخرج منها ؛ وكذلك التغير في مخزون المياه .

فإذا استبعدنا المنطقة الغربية من نهر النيل فإن التغذية

الفعليةالتي تصل إلي الخزان الجوفي في مساحة ٥٩٠٠ كيلو متر مربع تصل إلي حوالي ٣ مليارات متر مكعب سنوياً . وإذا أخذنا الحيطة في تقدير إمكانات الخزان الجوفي المأمونة فيمكن البدء في استغلال حوالي ١,٥ مليار متر مكعب سنوياً ؛ بالإضافة إلي ما يتم سحبه حالياً.

تشير نتائج القياسات الكهربائية للمجسات الاختبارية الي أن درجة ملوحة المياه الجوفية بالطبقات الحاملة للمياه الجوفية تزيد مع العمق ، وقد تمت محاولة لتحديد سمك المياه العذبة ؛ وكما قدر حجم المياه العذبة المخزونة بالدلتا وحوافها بمقدار ٣٠٠ مليار متر مكعب ؛ وهي ذات ملوحة أقل من ١٠٠٠ جزء في المليون .

ويتم الفقد من الخزان الجوفي بإحدى الطرق الآتية :

* تسرب المياه الجوفية من الخزان إلي المناطق المجاورة لحدوده.
* الفقد عن طريق التسرب الرأسي .
*كميات المياه المستغلة من الخزان .
* التسرب إلي مجاري الري والصرف أو البحر .
* المياه التي تفقد عن طريق البخر والنتح .

وبتطبيق ودراسة هذه العوامل بالنسبة للخزان الجوفي بالدلتا نجد أن الفواقد الرئيسية بالنسبة للخزانات الجوفية علي حدود خزان الدلتا تتجه إلي منطقة منخفض وادي النطرون . ونلاحظ أيضاً أن معظم التغذية تتم عن طريق كتلة المياه المشبعة بالطبقة الطينية العليا والتي تتغذي من التسرب من مياه الري . وقد تم تقدير كميات المياه التي تغذي الخزان الجوفي بحساب الفارق بين ضغوط المياه بالطبقة الطينية والخزان الجوفي وحساب معاملات النفاذية الرأسية ؛ ووجد أن مقدار التغذية يصل إلي حوالي ٢,٢٧ مليار متر مكعب سنوياً ، كما تقدر التغذية من ترعة الإسماعيلية ب٣و٠ مليارا سنوياً . وقدرت الفواقد من الخزان الجوفي كما يلي :

أ - التسرب الرأسي إلي أعلي من الخزان الجوفي ٠,٠٩٧ مليار متر مكعب في العام .

ب- المياه الجوفية المتسربة إلي فرعي دمياط ورشيد ٠,٢١٢ مليار متر مكعب .

جـ- فواقد من الخزان الجوفي خلال حدوده الجنوبية الغربية ٠,٠٥٠ مليار متر مكعب .

فيكون مجموع الفواقد من الخزان الجوفي في السنة حوالي

٣٥٩,٠ مليار متر مكعب .

** المياه الجوفية بالساحل الشمالي

يمكن تقسيم الخزانات الارضية في منطقة الساحل الشمالي علي الوجه التالي :

الكثبان الرملية الحديثة : ومصدر التغذية الرئيسي لهذه الكثبان هو الأمطار المحلية التي تكون طبقة من المياه العذبة طافية فوق مياه البحر ، ولا يزيد سمك المياه العذبة في هذه الحالة علي متر واحد عادة . وتستغل مياه الكثبان بواسطة الخنادق . ويوجد حوالي ٩ خنادق في المنطقة مجموع أطوالها حوالي ٥٩٥٧ مترا . ويبلغ التصرف السنوي لها ٨٧٩٢٠ متراً مكعباً . وتتركز هذه الخنادق في مناطق مرسي مطروح والنجيلة وباجوش . ويبلغ التصرف اليومي بالنسبة للمتر الطولي حوالي ٠,٤٠ متراً مكعباً . وقد دلت نتائج التجارب الهيدرولوجية علي أن معامل السريان بين ٣٠٠ - ٧٠٠ متر مكعب يوم / متر طولي .

الطبقات الرسوبية الحديثة المترسبة في السهول الساحلية :

ترسبت هذه الطبقات بفعل مياه الأمطار في السهول الساحلية

الممتدة خلف سلسلة الكثبان الرملية الحديثة .

وقد تم إجراء عدد من التجارب الهيدرولوجية علي بعض الآبار المركب عليها مراوح هوائية ؛ فوجد أن معامل النفاذية يتراوح بين ٨,١ و١,٢٥ متراً / اليوم ، وأن سمك الطبقة الحاملة للمياه العذبة يتراوح بين ٥و١ و١٠ أمتار ، وأن معامل السريان يتراوح بين ١٢و١٧٠ م٣/اليوم/متر .

الكثبان الرملية القديمة من عصر البليستوسين

تكون هذه السلسلة من الكثبان تجمعات المياه الجوفية في الفجوات التي وجدت نتيجة للنفاذية الثانوية في الطبقات الجيرية ، التي تكونت بفعل ذوبان المواد الجيرية نتيجة لهبوط الأمطار عليها . ومسامية هذه الطبقات صغيرة ،ولكن نفاذيتها عالية . وتتراوح ملوحة مياه هذه الكثبان في منطقة برج العرب بين ١٢٠٠ و ٩٠٠٠ جزء في المليون .

إن معامل النفاذية يتراوح بين ٢٢,٧ و ٧٦٧ متراً/اليوم ويتراوح سمك الطبقة الحاملة للمياه العذبة بين ٩٠,٠و٢,٥٠ متراً ، كما تبين أن معامل السريان يتراوح بين ٥٦,٧ و ٦٠م٣/اليوم/متر

** طبقات الحجر الجيري من عصر الماسوسين

مصدر مياه هذه الطبقات هي الأمطار التي تتساقط في الجبل الأخضر في ليبيا، و تأخذ اتجاهها في اتجاه «جنوب شرق» نحو منخفض القطارة وسيوة ، أو في اتجاه الشرق . لكن ملوحة مياه هذه الطبقات عالية ؛ إذ تتراوح بين ٣٠٠٠و ٢٤٠٠٠ جزءاً في المليون . لذا لا يمكن استغلال مياه هذه الطبقات في الشرب ،ولكن يمكن استخدامها في أغراض أخري ؛ مثل حفر الآبار العميقة للبحث عن البترول .

** التراكيب الجيولوجية المقعرة (أحواض المياه الجوفية) تتكون مثل هذه الأحواض في الحالات التي تأخذ الطبقات المعاملة للمياه شكل حوض جوفي مقعر مغطي بطبقة من الصخور الطفلية الصماء ، وعلي أساس أن يكون الحوض الجوفي مرتفعاً فوق منسوب سطح البحر . ومن هذه الأحواض حوض فوكة . كما أن معامل السريان لحوض فوكة حوالي ٢٤٠م٣/ اليوم/ متر .

**منطقة حوض النطرون - القطارة - سيوة

توجد ثلاث طبقات حاملة للمياه الجوفية. وتتواجد المياه الجوفية

النهرية المتكونة من الحصي والرمال . وتنحدر المياه الجوفية للمنخفض في اتجاه شمال شرق واتجاه جنوب شرق ويوجد منسوب المياه الجوفية علي عمق يتراوح بين ١٥و٤٠متراً في الجزء الشمالي الغربي من المنخفض . وعلي عمق يتراوح بين ١٠ و ١٥ متراً في الجزء الشرقي منه .

وقد قدر مقدار التغذية بحوالي ١٥٦٠٠٠م٣ و ١٨١٠٠٠م٣ يومياً .

وقد تم حفر ٤٦ بئراً جديدة يتراوح عمقها بين ٦٠و ١٠٠متر ، وتم التوسع في مساحة ٤٠٠٠ فدان أخري بوادى النطرون ، خلاف المزارع القديمة التي تبلغ مساحتها حوالي ٢٠٠٠ فدان . ولكن نظراً للتوسع الزراعي في مديرية التحرير في مساحة ٥٠٠٠٠ فدان جديدة - يروي جزء منها علي المياه الجوفية - فقد أوقف التوسع الزراعى بالمنطقة لمعرفة تأثير السحب من الخزان الجوفي في مديرية التحرير علي مقدار التغذية السنوية لمنطقة وادي النطرون .

** منطقة حوض الحجر الرملي النوبي (الوادي الجديد)

يمكن عرض هيدرولوجية الخزان الجوفي بها علي النحو التالي :

إن سمك الخزان يتزايد في اتجاه شمال - غرب . فبينما يبلغ سمك الخزان في حوض كريم ٢٠٠ متر فقط ، يصل السمك في الواحات الداخلة إلي ١٣٠٠ متر ، وفي واحات الفرافرة ٢٠٠٠ متر . علي أن أقصي سمك الخزان الجوفي يقع في حوض عين دالة ؛ إذ يصل السمك إلي ٣٥٠٠ متر في شمال الحوض.

و يوجد خزان جوفي لطبقات الحجر الرملي النوبي في الصحراء الشرقية . محوره في اتجاه «شمال غرب - جنوب شرق» . ويقدر أقصي سمك له بحوالي ١٠٠٠ متر شرقي أسيوط ، كما يوجد فاصل بين خزان الصحراء الشرقية وخزان الصحراء الغربية ؛ إذ يقل سمك الطبقات الحاملة للمياه إلي أقل من ٥٠ متراً في المنطقة بين قنا علي نهر النيل في الشرق والواحات الخارجة في الصحراء الغربية في الغرب . ومحور هذا الفاصل في اتجاه شمال - جنوب .

وقد وتم رسم مسارات المياه الجوفية Flow Lines التي توضح اتجاه تحركات المياه الجوفية في هذا التركيب . ولقد أظهر

تفرق هذه المسارات التي في اتجاه منطقة الزيات أن معامل السريان في هذه المنطقة عال . وأن تجمع هذه المسارات في اتجاه منطقة الخارجة قد أظهر أن معامل السريان في هذه المنطقة قليل .

ولقد أظهرت مسارات المياه الجوفية كذلك أنها تتحرك في اتجاه شمال شرق ، وأن مصدر المياه الجوفية يقع في خزان المياه الجوفية الواقع في جبال بليبيا وفي جبال عنيدي الواقعة في الركن الشمالي الشرقي من جمهورية تشاد .

إن مجموع المياه الخارجة من خزان الحجر الرملي النوبي تبلغ ٣٠٥٧٠٠٠ متر مكعب يومياً ؛ وذلك علي الوجه الآتي :

١٠١١ متراً مكعباً يومياً ؛ مستغلة في الزراعة في الواحات بالصحراء الغربية ؛ و ٢٠٤٦٠٠٠ م٣/يوم غير مستغلة ،وتضيع هذه المياه بالتبخر في منخفض القطارة أو بالنتح من النباتات البرية ؛ أي إن كمية المياه الخارجة من الخزان الجوفي مساوية لكمية المياه المغذية للخزان ؛لذا يمكن أن نستنتج أن كمية التغذية اليومية للخزان الجوفي هي حوالي ٣٠٥٧٠٠٠م٣/يوم ؛وذلك علي الوجه الآتي :

*التغذية اليومية للتركيب الهيدروجيولوجي الشمالي حوالي

٤٢٠٠٠٠م٣يومياً .

*التغذية اليومية للتركيب الأوسط حوالي ١٤٠٠٠٠٠م٣ يومياً

*التغذية اليومية للتركيب الجنوبي حوالي ١٢٢١٣٠٠م٣ يومياً .

*حوض بحيرة ناصر حوالي ١٦٠٠٠ م٣ يومياً .

إن معدل التغذية اليومية لخزان الحجر الرملي النوبي تبلغ ٣٠٥٧٠٠٠م٣ يوميـاً . وأن المستغل من هذه المياه في حدود ١٠١١٠٠٠م٣ يومياً ؛ أي حوالي ٣٥٪ من التغذية اليومية . وتفقد باقي الكمية (وهي ٢٠٤٦٠٠٠م٣) بالتبخر ونتح النباتات البرية بدون استغلال . ومع ذلك فان كمية التغذية اليومية قليلة بالنسبة إلي كمية المياه المخزنة ، فلقد قدرت شركة بارسونز (١٩٦٢) كمية المياه المخزونة في خزان الحجر الرملي النوبي في الصحراء الغربية بحوالي ٢٣٤ × ١٠^١٢ م٣ .

معامل الأمان للخزانات الجوفية

نبعت فكرة برنامج دراسات معامل الأمان للخزانات الجوفية

بالدلتا والوجه القبلي ؛ من خلال التصور البعيد المدي للاحتياجات المتزايدة للمياه العذبة لأغراض التنمية الشاملة ؛ التي تعتمد أساساً علي مصادر المياه لتغطي احتياجات التوسع الزراعي والشرب والصناعة . فالنمو السكاني وزيادة معدلات استهلاك المياه في الأغراض المختلفة يشير بوضوح إلي ما ستكون عليه الحال في المستقبل القريب من نقص خطير في الموارد المائية ؛ولذلك اتجهت الأنظار إلي الاحتياجات المائية العاجلة ؛ مع مجابهة المشكلات المصاحبة لارتفاع مناسيب المياه الجوفية ؛ وإيجاد الحلول المناسبة لها .

وقد أوضحت الدراسات أن الخزان الجوفي بوادي النيل والدلتا يعتبر أحد الخزانات الضخمة في العالم ؛حيث تبلغ السعة الكلية للخزان حوالي ٤٠٠ مليار متر مكعب . وتم تحديد التغذية الطبيعية ومقدار التسرب الرأسي بين الطبقات الطينية والخزانات الجوفية ؛ حيث يعتبر الاستغلال الحالي للخزانات الجوفية أقل بكثير من التغذية الطبيعية التي تقدر بنحو ٧,٥ مليار م٣؛ مما تسبب في وجود تراكم سنوي في مناسيب المياه الجوفية بوادي النيل ، كما اسهم في تحقيق الميزان المائي في عمل مسح شامل للآبار سواء المستغلة في الري أم الشرب ، وتقدير كمية المياه المستغلة سنوياً .

وقد توصلت الحسابات الفنية لمعاملات الأمان إلي أنه يمكن البدء في استغلال ٥٠٠ مليون متر مكعب سنوياً بالدلتا ، ١٥٠٠ مليون متر مكعب بالوجه القبلي ، علاوة علي ما يستغل حالياً . وقد اشتملت السياسة المائية الجديدة لوزارة الأشغال العامة والموارد المائية علي الموارد المائية الأرضية ، والتي تتيح إعادة استخدام المياه الجوفية العذبة علي زيادة الوقعة المزروعة علاوة علي تخفيض مناسيب المياه الجوفية وتحسين الصرف ؛ لرفع إنتاج الأراضي .

وتجدر الإشارة إلي أهمية العناية المستمرة بمراقبة التغير في المناسيب والنوعية الكيميائية للمياه في آبار المراقبة في الشبكة القومية بوادي النيل ، مع الاهتمام بدراسة القوانين والتشريعات الخاصة بالمياه الجوفية التي تنظم عمليات الاستغلال المأمون للخزانات الجوفية ، والمحافظة علي الثروة القومية للمياه الجوفية من التلوث الكيميائي والبيولوجي .

وتتلخص أبرز النتائج فيما يلي :

- تم تحديد الأبعاد الهندسية والحدود الطبيعية والتتابع الطبقي للخزانات الجوفية بالدلتا حتي عمق حوالي ٩٠٠ متر وإلي عمق ٣٥٠ متر بالوجه القبلي ، من واقع الجسات التي تم تنفيذها ، والبيانات الجيولوجية للجسات العميقة التي تمت من خلال

أجهزة الدولة المختلفة .كما تم توضيح تواجد خزانات المياه الجوفية العذبة ، ومناطق الانتشار ، وحدود المياه المالحة .

- تم تحديد الخواص الطبيعية للطبقات الحاملة للمياه الجوفية من واقع تجارب السحب الحقلية ،وتم حساب المعاملات الهيدرولوكية الإقليمية ،وقدرت معاملات النفاذية في المتوسط بين ٥٠ و ١٠٠ متر في اليوم.

- تم حساب سرعة التسرب الرأسي لمياه الري خلال الطبقات الطينية غير المشبعة باستخدام النظائر المشعة وتقدير الرطوبة النسبية والمسامية الفعالة ومعاملات النفاذية . وتم تقدير النظائر المشعة (الترينيوم) في بعض عينات المياه الجوفية بشرق الدلتا ، واتضح وجود علاقة مباشرة بين المياه الجوفية ومياه النيل ومياه ترعة الإسماعيلية ومياه الري ؛ تقل كلما اتجهنا شرقاً نحو قناة السويس أو شمالاً .

- تمت دراسة التغير في مناسيب وحركة المياه الجوفية خلال العشرين سنة الماضية خلال آبار الرصد المنتشرة علي جانبي النيل والدلتا . ومن متابعة الأرصاد وتحليل البيانات لوحظ وجود تراكم سنوي في مناسيب المياه الجوفية بالوجهين البحري والقبلي خلال السنوات الأخيرة ؛ مما يشير إلي أن الاستغلال الحالي للخزانات

الجوفية أقل من التغذية الطبيعية .

- تم التعرف علي شكل تداخل مياه البحر بالساحل الشمالي واتضح أن جبهة المياه المالحة من الجبهات المتداخلة وتم تحديد الخط الفاصل بين منطقتي الحركة الرأسية للمياه المتسربة للخزان الجوفي إلي أسفل والمناطق التي تتعرض لتسرب المياه الجوفية إلي أعلي بشمال الدلتا .كما تم تحديد مناطق تغذية الخزان ومناطق فقد المياه الجوفية ، ويتضح من ذلك أن مناطق التسرب الرأسي إلي أعلي تسبب إعاقة لحركة الصرف الطبيعي وزيادة الملوحة .

- تم حصر ومسح الآبار الإنتاجية المستخدمة للري والشرب والصناعة بالدلتا والوجه القبلي . ويشير هذاالحصر إلي أن كمية المياه الجوفية المستخدمة بالدلتا تقدر بحوالي ١,٦ مليارمتر مكعب لعام ١٩٧٨، منها حوالي ١٩٤ مليون متر مكعب مياه شرب ؛ بخلاف المستغل حالياً بالقاهرة الكبري الذي يبلغ حوالي ٢٠٠ مليون متر مكعب سنوياً .

- تشير دراسات الميزان المائي للدلتا إلي وجود كميات من المياه الجوفية المتاحة للاستغلال تبلغ حوالي ٥٠٠ مليون متر مكعب سنوياً ، يمكن استغلالها بأمان ،مع أخذ الحيطة في تقدير هذه الكميات ، والمحافظة علي الوضع الحالي لجبهة المياه المالحة ، هذا

بخلاف الكميات المستغلة حالياً . إلا أنه تجدر الإشارة إلي أن هذه الكميـة المتاحة تحتاج إلي إعادة تقييم بصفة دورية ، حيث إن مشروعات التوسع الجارية بشرق وغرب الدلتا ستؤثر بالضرورة في الميزان المائي .

– إن مناسيب المياه الجوفية بالوجه القبلي أعلي من مياه نهر النيل في معظم مناطق الوجه القبلي عدا مناطق منحني الرمو أمام القناطر ، مما يؤدي إلي وجود تسرب مستمر من مياه الخزان الجوفي إلي النهر.

– وقد قدرت التغذية الطبيعية للخزان الجوفي بالوجه القبلي بالمناطق المروية بمياه النيل بحوالي ٥,٥ مليار متر مكعب سنوياً . فإذا استبعدنا المنطقة القريبة من نهر النيل في حدود إمكانات المجري كمصرف طبيعي فان التغذية الطبيعية من باقي المنطقة تقدر بحوالي ٣ مليارات متر مكعب سنوياً .

وإذا أخذنا الحيطة في تقدير إمكانات الخزان الجوفي المأمونة فيمكن البدء في تنظيم استغلال ١٥٠٠ مليون متر مكعب سنوياً من المياه الجوفية ، بالإضافة إلي ما يتم سحبه حالياً لحين الانتهاء من الدراسات الجارية علي النماذج الرياضية الخاصة بوضع برنامج إدارة وتنظيم وتشغيل الخزانات الجوفية بالوجه القبلي.

منطقة وادي النيل

يتغذي الخزان الجوفي بوادي النيل طبيعياً -وبصفة مستمرة - من المياه المتسربة من الترع لأغراض الري . ويستفاد من استخدام المياه الجوفية في تغذية نهايات الترع ،أو في مشروعات الصرف الرأسي وإعادة استخدامها في الري ،أو لأغراض الشرب والصناعة . أما المناطق الصحراوية المتاخمة للوادي فمصدر تغذيتها الرئيسي من الوديان خلال فترات السيول -أو في بعض المواقع رأساً - من تكوينات الحجر الرملي النوبي الممتدة أسفل الجزء الجنوبي من وادي النيل .

وبالنسبة لهذه المناطق الواقعة علي حواف الوادي فإن إمكانات الخزانات الجوفية تحتها تكون - عادة - متوسطة وسوف تؤثر عمليات السحب الجانبية علي إمكانات استغلالها في الري الطويل ؛ لذا فانه يفضل الاستخدام المشترك للمياه الجوفية مع مصادر سطحية أخري .

يبلغ متوسط تركيز الأملاح الذائبة في المياه الجوفية حوالي ٨٠٠ جزء في المليون ؛وتتزايد نسبتها كلما اتجهنا شرقاً أو غرباً من موقع المجاري المائية .

هذا ويقدر ما يمكن استخدامه من مياه جوفية بوادي النيل - شاملاً المستخدم منها حالياً - بنحو ٢,٤ مليار م٣ .

منطقة الدلتا

تتكون الطبقات الحاملة للمياه الجوفية أيضاً (مثلما هي في الوادي) من طبقات الرمل والزلط أسفل الأراضي الزراعية بالدلتا، وتتغذي مما يتسرب من الترع وفائض مياه الري .

هذا ويوجد تداخل بين ماء البحر المالحة والخزان الجوفي بالدلتا؛ نتيجة الاتصال الهيدروليكي القائم بالبحر المتوسط شمالاً وقناة السويس شرقاً .

ويستفاد بالمياه الجوفية داخل الدلتا في تغذية نهايات الترع أو لأغراض الشرب والصناعة . أما في المناطق الواقعة علي حواف الدلتا فيتم الاستخدام بصفة أساسية في مجال استصلاح الأراضي .

ويقدر ما يمكن استخدامه من مياه جوفية بالدلتا - شاملاً المستخدم منها حالياً بنحو ٢,٥ مليار م٣ .

وتعتبر المياه الجوفية بجنوب الدلتا صالحة للري (بشروط) ؛ حيث تبلغ نسبة الأملاح الذائبة في المتوسط أقل من ١٠٠٠ جزء

في المليون وتتزايد كلما اتجهنا شمالاً وشرقاً نتيجة تأثير تداخل الجهة المالحة ، كما تتزايد أيضاً تجاه الغرب في الصحاري المتاخمة ، تتراوح بين ١٥٠٠ و٥٠٠٠ جزء في المليون .

المناطق الصحراوية

يعتبر تكون الحجر الرملي النوبي الخزان الرئيسي للمياه الجوفية بالصحراء الغربية ، كما يمتد إلي بعض مناطق الصحراء الشرقية وشبه جزيرة سيناء . ويتراوح سمكه بين ١٠٠ م في بعض أجزاء شرق العوينات و ٢٠٠٠ متر في واحة الفرافرة .

والمياه الجوفية التي تحملها طبقات الحجر الرملي النوبي جيدة في وسط سيناء (٣٠٠ - ٥٠٠ جزء في المليون) ؛ولكن صفاتها تسوء كلما ابتعدنا عن المنطقة الوسطي في جميع الاتجاهات .

ويقدر ما يمكن استخدامه من مياه جوفية عميقة بالصحاري شاملاً المستخدم منها -بنحو ٣ مليارات م٣ . وهذه الكمية مقدرة علي أساس استمرارية سحب المياه الجوفية لحين الوصول إلي عمق الضخ الاقتصادي .

ويتفاوت عمق الضخ الاقتصادي من واحة إلي أخري وفقاً للظروف الهيدرولوجية للخزان الجوفي ، فهو حوالي ٤٠ متراً بواحة

الخارجة ، بينما يصل إلي ٦٠ متراً بواحات الزيات والداخلة وغرب الموهوب ، ويتراوح بين ١٠٠ و ١٢٠ متراً بواحات البحرية وسهل قروين وأبو منظار والفرافرة .

هذا وفي ضوء ما قد تواجهه مصر من نقص في الموارد المائية السطحية إذا ما تأخر تنفيذ مشروعات أعالي النيل فقد يتم اللجوء تحت ضغط الحاجة-، ولو مرحلياً - ، إلي سحب مياه جوفية من الصحاري من أعماق تزيد علي الحدود الحالية للضخ الاقتصادي .

لهذا كان من الضروري أن يتم التركيز علي البحوث الخاصة بتوفير الطاقة اللازمة لرفع المياه من أعماق كبيرة بأسعار اقتصادية وخاصة ما يتلاءم منها مع المناطق النائية .

كذلك فانه من الضروري دراسة أنسب الوسائل للتغلب علي المشاكل التي تتعرض لها شبكات الري المتطور- خاصة المنقطات نتيجة ما تحتويه المياه الجوفية بالصحاري في الوادي الجديد من تركيزات عالية من مركبات الحديد .

وفي منطقة شرق العوينات يتراوح سمك الخزان المشبع بالماء الجوفي بين ١٠٠ و٤٠٠ متر ، كما أن نوع الماء جيد ،و معدلات التغذية السنوية له عبر الحدود المصرية السودانية هي١,٢٦

بليون م٣ . وتوجد تقديرات كثيرة عن سعة الخزان والكميات التي يمكن استغلالها اقتصاديا ، ولعل أحدث التقديرات أن المياه تكفي لزراعة حوالي ١٧٠ ألف فدان لمدة مائة عام .

أما المياه الجوفية بالصحراء الشرقية فتشير بعض التقارير إلي أن الحجم الممكن استخدامه يبلغ ٢٠٠ مليون م٣/عام .

٣ - الأمطار والسيول

مصر تكاد تكون عديمة الأمطار فيما عدا الساحل الشمال ؛ حيث تسقط الأمطار عليه بمعدل سنوي يتراوح بين ٥٠ و ٢٥٠ ملليمترا ؛ فعلي الساحل الشمالي الغربي تسقط أمطار تتراوح من ٥٠ و١٥٠ ملليمتر في العام وتزرع مساحات من الشعير تصل في السنوات الجيدة إلي أكثر من ١٠٠ ألف فدان . أما في الساحل الشمالي الشرقي فان الأمطار تتزايد كلما اتجهنا شرقاً . فمعدلها عند العريش ١٥٠ ملليمترا" بينما يصل في رفح إلي نحو ٢٥٠ ملليمترا .

وفي ضوء معدلات الأمطار الشتوية العادية يمكن تقدير حجم مياه الأمطار التي تسقط فوق الأجزاء الشمالية من مصر (حوالي ٢٠٠ ٠٠٠ م٢) بكمية تتراوح ما بين ٥ إلي ١٠ مليارات متر

مكعب في العام . من هذا المقدار يسيل فوق السطح كمية تتراوح بين مليار ونصف مليار متر مكعب ، ويعود جزء كبير منه بالبخر والنتح إلي الجو . والباقي يتسرب في الطبقات ، لكي يضاف إلي تغذية المياه الجوفية .

ويلاحظ أن المياه التي تسيل فوق السطح من مجاري الوديان المشار إليها تضيع في البحر أو في الملاحات الشاطئية .

وعندما ترتفع معدلات الأمطار الشتوية نسبياً - وهي ظاهرة تتكرر مرة كل أربع أو خمس سنوات - فان كمية المياه التي تسيل فوق السطح قد تصل إلي ملياري متر مكعب ، ويمتد أثرها ليشمل مساحات أوسع من الصحاري المصرية .

وعندما تتعرض الأراضي المصرية للأمطار الموسمية - وهي ظاهرة تتكرر مرة كل عشر سنوات فان كمية لأمطار التي تسيل فوق السطح قد تصل إلي ٥ مليارات متر مكعب ، ويكون تأثيرها ملحوظاً في مناطق البحر الأحمر وجنوب سيناء ، وفي حوض نهر النيل ، وكثيراً ما تحدث أضراراً بيئية شاملة.

وتبلغ كمية الأمطار الساقطة علي شبه جزيرة سيناء موزعة علي أحواضها المائية المختلفة- وكذلك كمية الأمطار التي تنساب

علي السطح وتخرج من الأحواض المائية في إتجاه البحر - ١٣١,٦٧ مليون م٣ سنوياً ، وتمثل ٥,٢٪ من إجمالي المطر الساقط .

وقد جرت - ولاتزال تجرى - محاولات كثيرة للتحكم فى مياه السيول هذه، نذكر منها:

أ - المحاولات القديمة التى يمكن إرجاعها إلى العصور القديمة أيام الفراعنة والإغريق والرومان .وهذه المحاولات تتمثل فى عديد من السدود الترابية- وأحيانا الحجرية - الموجودة فى مجارى الوديان.

وتذكر المراجع أن هناك أكثر من ٣٠٠٠ خزان أرضى فى إقليم مريوط (بين الأسكندرية والسلوم) تتراوح سعة كل منها بين ٥٠٠م٣و ٥٠٠٠م٣ .وتورد المراجع أيضاً أن حالة الازدهار التى سادت هذا الأقليم أيام الرومان إنما كانت ترجع إلى القدرة البشرية فى المحافظة على مياه السيول.

ب - المحاولات الحديثه ؛ وتتمثل فى الأعداد النادرة من السدود الحجرية الكبيرة نسبياً فى مجارى الوديان .وقد بدأت فى فترة الحرب العالمية الأولى ، ومازالت مستمرة بدرجة

محدودة حتى الآن. وهى تتمثل فى سد وادى العريش ورافده شمالي سيناء ، وفى سد وادى الجراولة ، وسد وادى الرمل ،وسد أم شطئان بالقرب من مرسى مطروح ؛ وهى إما فى حالة تدمير وإما فى حالة أطماء كامل. وتعتبر السدود الترابية -أو القطوعات التى تكسوها الحجارة أحيانا والتى يقيمها البدو وتعرف لديهم باسم العقوم - واحدة من المحاولات البدائية فى هذا المجال.

٣-الموارد المائية الثانوية

ويقصد بها هنا المياه التى سبق استخدامها وتشكل حجوما كبيرة يمكن إعادتها إقتصاديا بعد معالجتها مباشرة تبعاً للظروف . ولكونها موارد ثانوية .. فان حجومها ونوعياتا مرتبطة بنوع الاستخدام الأصلى، وكثافته ،ومدى التغير الذى يحدثه فى الخواص الكيميائية والطبيعية والحيوية لهذه المياه.

كما أن الموارد المائية الثانوية تضم أيضاً المصادر المائية التى تحد كمياتها ونوعياتهاواقتصادياتها من استغلالها ، أو التى تتطلب تقينات خاصة فى استغلالها أو تنميتها.

هذه الموارد يمكن تجميعها فى ثلاثة مصادر ؛ هى:

ا - مياه الصرف الزراعى.

ب - مياه الصرف الصحى.

ج - مياه البحر (والمياه العالية الملوحة على العموم).

ا- مياه الصرف الزراعى

تعود بداية تنفيذ مشروعات صرف الأراضى الزراعية فى مصر إلى الفترة التى بدأ فيها تحويل نظام الرى فى الدلتا من الرى الحوضى إلى الرى المستديم بعد إنشاء القناطر الخيرية . وتعتبر محطة طلمبات صرف العكس من أقدم محطات الصرف ؛ حيث تم إنشاؤها عام ١٨٩٨.

وقد استمر التقدم التدريجى فى صرف الأراضي الزراعية إلى أن تم إنشاء السد العالى عام ١٩٦٥ ؛ حيث لوحظ أن أحد الآثار الجانبية لهذا السد هو تدهور إنتاجية بعض الأراضى ، سواء بسبب ارتفاع الماء الجوفى ، أم بسبب زيادة نسبة الأملاح فى التربة ، أم لكلا السببين ؛ لذلك فقد بدأت وزارة الرى بمساعدة البنك الدولى فى تنفيذ برنامج ضخم يهدف إلى تزويد الأراضى الزراعية فى

مساحة قدرها خمسة ملايين فدان بالمصارف الحقلية والمجمعة والمغطاة، وكذلك المصارف الرئيسية المكشوفة ومحطات الطلمبات اللازمة لها.

ونظراً لأن شبكة الرى فى دلتا نهر النيل تتكون من قنوات مكشوفة يتم توزيع المياه من خلالها بطريقة شبه بدائية لاتستعمل فيها طرق القياس الحديثة والدقيقة - بالإضافة إلى الإسراف في استخدام المياه على مستوى الحقل - لذلك فان هذه العوامل مجتمعة أو متفرقة تؤدى إلى زيادة نسبة الفواقد من مياه الرى ، وينتهى بهذه الفواقد إلى شبكات الصرف ؛ وينتج من ذلك مايأتى:

أ - أن إجمالى كمية مياه الصرف تعادل تقريبا نصف كمية مياه الرى التى تمر فى القناطر الخيرية لرى أراضى الدلتا.

ب - أنه نظراً لاحتواء مياه الصرف على نسبة كبيرة من فائض مياه الرى فان نوعية مياه المصارف تعتبر - بصفة عامة - من المياه المتوسطة الجودة ؛ أى إن نسبة الأملاح الذائبة بها تزيد علي نفس النسبة فى مياه الرى ، ولكنها - فى الوقت نفسه - ذات نوعية تمكن من استخدام أجزاء منها بصفة مباشرة وأجزاء أخرى بعد الخلط بالمياه العذبة بنسب مختلفة.

وفى أوائل الخمسينيات بدأ التفكير فى إعادة استخدام مياه الصرف فى الجزء الجنوبى من الدلتا. ولتحقيق ذلك تم تحليل عديد من العينات التى نتج من تحليلها وثبوت صلاحيتهاإنشاء عدد من محطات الخلط بمناطق الدلتا المختلفة.

بعد الانتهاء من إنشاء السد العالى وظهور مشاكل الرشح وارتفاع مناسيب المياه الجوفية - نتيجة الإسراف فى استخدام مياه الرى التى أصبحت متاحة بوفرة على مدار العام ،وكذلك نتيجة توقف عديد من الزراع عن الرى ليلا وزيادة المساحات المنزرعة بمحصول الأرز - ادي ذلك الي ايجاد كثير من العوامل الأخرى التى تشمل الجانبين الاقتصادى والاجتماعى ؛ مما حدا بالمسئولين فى وزارة الرى إلى سرعة التفكير فى إنشاء شبكة للصرف المغطى والمكشوف تشمل الوجهين القبلى والبحرى ، كما تشمل الفيوم.

ومع بداية التوسع فى إنشاء شبكات الصرف المغطى والمكشوف ازداد الاهتمام بتحليل مياه المصارف للأغراض الآتية:

أ - دراسات تلوث البيئة.

ب - مشروعات إعادة استخدام مياه الصرف لأغراض الرى.

جـ - دراسات تأثير تنفيذ مشروعات الصرف على الخواص الطبيعية والكيميائية للتربة.

د - أبحاث تقييم مشروعات الصفر وأثرها في الإنتاج المحصولي.

هـ - الأبحاث الخاصة بعلاقة المقننات المائية ونظم الرى بكمية ونوعية مياه الصرف.

أما عن كمية مياه الصرف فقد اقتصر قياسها على تجميع البيانات عن تصرفات محطات طلمبات الصرف ،وكذلك قياس تصرفات بعض المصارف التى تصب فى البحر المتوسط أو البحيرات: وذلك عند الحاجة إلي تنفيذ أية مشروعات خاصة بهذه المصارف.

غير أن قياس كمية ونوعية مياه الصرف - على أسس علمية سليمة ، وبطريقة منتظمة - لم يبدأ إلا عام ١٩٧٧؛ حيث قام معهد بحوث الصرف بتجميع عينات من بعض المصارف الرئيسية وتحليلها كيمائيا ، وكذلك قياس تصريفات بعض المصارف. وتركزت الدراسات فى ذلك الوقت على مصرف بحر حادوس وفروعه ومصرف السرو الأسفل بمنطقة شرق الدلتا ؛ نظراً لما كان

لهما من أهمية فى تصميم ترعة السلام ،وكذلك فى منطقة الفيوم ؛ حيث تركزت الدراسات على إمكانية خلط مياه مصرف الطاجن بمياه ترعة بحر النزلة.

ب -مياه الصرف الصحى

كان من آثار التزايد السكانى والتوسع العمرانى الذى صاحب ذلك وإنشاء مدن جديدة أو أحياء جديدة فى أطارف المدن الجديدة ؛ثم ما استتبع ذلك من ارتفاع فى استهلاك معدل الفرد من المياه، أن تراكم الضغط على شبكات الصرف الصحى القديمة ؛ مما استلزم إنشاء شبكات حديثة للصرف الصحى فى المدن الكبيرة ؛ كالقاهرة والإسكندرية ، وتجديد أو إنشاء شبكات جديدة فى مدن أخرى ؛ لتستوعب الكميات الكبيرة من مياه الصرف الصحى.

وقد بدأ التعامل مع هذه المياه أولا من وجهة النظر البيئية والصحية لتلافى آثارها الضارة ؛ عن طريق معالجتها والاستفادة من الرواسب الصلبة التي تحملها - بعد تجفيفها - كسماد عضوى؛ غير أنه تقرر فى الأعوام الأخيرة أن يخطط لإستخدام هذه المياه - بعد معالجتها - في أغراض الرى للتوسع الزراعى الأفقى فى مساحات يجرى اختيارها ؛وتطبيق محاذير خاصة بنظم الرى

المستخدمة وأنواع الحاصلات ... إلخ ؛ بما يكفل سلامة الإنسان والحيوان ، وخصوصا بعد أن ازداد تلوث هذه المياه بالعناصر الثقيلة وخاصة بعد أن أصبحت مخلفات بعض المصانع تصب مباشرة فى شبكة الصرف الصحى دون معالجة.

وتقدر الكميات المتاحة من هذا المورد عام ٢٠٠٠ بحوالى ملياري متر مكعب من الماء.

ولقد تمكنت بلدية باريس من استعمال مياه المجارى فى إنتاج البيوجاز الذى يتم إنتاجه من عملية التحلل اللاهوائى . ويستخدم هذا البيوجاز في إدارة ترتيبات توليد الطاقة الكهربائية ،وهذه الطاقة تمثل ٧٠٪ من الطاقة الكهربائية لباريس.

ج - مياه البحر

مع تطور التقنيات الحديثة والإنجازات العلمية فى كافة المجالات اتسع النشاط فى مجالات استخدام المياه المالحة - بتركيزات عالية تصل إلى التركيزات فى ماء البحر بل أعلى منها - فى استزراع نباتات يقال إنها اقتصادية. إلا أن مياه البحر كمورد للماء العذب أمر معروف منذ أمد بعيد ، ويجىء تنفيذه

على نطاق واسع فى كثير من الدول ، وخصوصاً دول البترول العربية. وسنذكر فى مجال استخدام مياه البحر كمورد مائى.

إعذاب المياه

لقد طبق أسلوب إعذاب المياه المالحة فى مصر على مستوى متزايد خلال الثلاثين عاما الماضية؛ وذلك لتوفير مياه للشرب فى الحالات التى لايوجد فيها مورد آخر للماء العذب. وعموما فإن التكلفة مرتفعة جداً إذا قورنت بتنقية المياه السطحية أو الجوفية غير المالحة.

ومع بداية عام ١٩٨١ كانت توجد فى مصر ٢٢ محطة لتحلية المياه ؛قدرتها اليومية تصل إلى ٩٨٠٠م٣. وتتراوح قدرة تلك المحطات بين ١٠٠م٣ و ٢٠٠٠م٣ فى اليوم للمحطة الواحدة. وهذه المحطات تتنوع من حيث طرق التشغيل.

الباب الرابع

تلوث المياه

تلوث الماء هو كل تغير فى الصفات الطبيعية أو الكيماوية أو البيولوجية للماء، يجعله مصدراً حقيقياً ، أو محتملا للمضايقة ؛ أو للإضرار بالاستعمالات المشروعة للمياه؛ وذلك عن طريق إضافة مواد غريبة تسبب تعكير الماء ، أو تكسبه رائحة أو لونا أو طعما ، وقد يتلوث الماء بالميكروبات ؛ وذلك باضافة فضلات آدمية أو حيوانية ، أو قد يتلوث بإضافة مواد كيماوية سامة أو تسربها ومن ثم يمكن القول إن المقصود بتلوث الماء هو تغيير فى طبيعته وخواصه فى مصادره الطبيعية المختلفة ؛ بحيث يصبح غير صالح للكائنات الحية التى تعتمد عليه فى استمرار بقائها.

إن تلوث الماء مفهوم نسبى ؛ حيث لاتوجد مادة فى حالة نقية تماماً؛ فالماء مركب كيماوى ثابت التكوين ؛ وبهذا المفهوم لاتكون

المياه الطبيعية نقية قط. ويتوقف مدى خطورة أو تلوث الماء -- وفقا للمستويات المختلفة من حالة إلى أخرى - على نوعية الأستعمالات المقصودة أو الغرض من الاستعمال ؛ فعلى سبيل المثال: الماء الذى يعتبر ملوثا أو خطرا على الإستخدام الآدمى يمكن أن يكون مناسبا وملائماً للأستخدام فى الصناعات وغيرها، حيث يستخدم مصنع الحديد Baltimore Steel Company فى مدينة بلتيمور بولاية ميريلاند لصناعة الحديد مياه المجارى المعالجة ؛ لأنها أرخص مياه ، وليس لها أى تأثير على الحديد وصناعته.

وعلى غير المعتادفإن المياه التى تعتبر مأمونة للإنسان، يمكن آلا تكون مناسبة وملائمة للاستعمالات الصناعية فعلى سبيل المثال فى الصناعات الكهربائية تستخدم نوعية معينة من المياه خالية من المعادن ؛ بينما تكون المعادن أكثر صحة وأهمية للإستهلاك الإنسانى، في حين أنها تؤدى إلى تآكل الغلايات المستخدمة فى الصناعات الكهربائية.

وعلى ذلك يعتبر الماء ملوثا بمادة أو أكثر إذا كان غير مناسب للإستعمالات المرادة ؛ كالاستعمالات المنزلية ؛ أو الصناعية ؛ أو موارد المياه الزراعية ، أو غير ذلك .

ويعرف تلوث البيئة المائية بأنه :" إدخال أية مواد أو طاقة بواسطة الإنسان فى تلك البيئة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ؛ مما يؤدي إلي الإضرار بالأحياء المائية . أو تهديد صحة الإنسان أو اعاقة الأنشطة بما فى ذلك صيد الأسماك؛وإفساد صلاحية الماء للاستعمال ، وخفض مزايا».

وهناك تعريف آخر يستبعد شرطي إدخال المادة أو الطاقة عن طريق الإنسان يقول بأن تلوث الماء هو : "كل تغير فى الصفات الطبيعية والكيماوية والبيولوجية للماء ؛ مما يجعله عائقا للاستخدامات المشروعة للمياه " .

ويذهب البعض في تعريفهم إلي أن تلوث البيئة المائية هو : " إضافة مواد أو حرارة متزايدة إلي المياه ، تكون ضارة بالإنسان أو الحيوان أو الحياة المائية المرغوب فيها ؛ أو تحدث انحرافا معينا من النشاط الطبيعى بأجسام المياه الداخلية إلى أجزائها المختلفة".

وهناك تعريف آخر لتلوث المياه بري انه أى تلوث أو تغيير فيزيائى أو كيميائى أو بيولوجى خاص بجزيئات الماء ؛ أو أى تدفق من المصارف أو المجارى لأية سوائل أو غازات أو مواد صلبة إلى المياه (سواء بطريق مباشر ، أم غير مباشر) ؛ بحيث يحدث

أذى أو ضرراً بالصحة العامة ؛ أو الأمن ؛ أو الخدمات الزراعية والصناعية والاقتصادية أو الاستعمالات المشروعة الأخرى، أو يؤدى إلى ضرر بحياة وصحة الحيوانات أو النبات أو الأحياء المائية الأخرى ".

أما اللجنة القومية للمياه فى الولايات المتحدة الأمريكية فقد وضعت تعريفاً محدداً لتلوث المياه ، تكون المياه بمقتضاه ملوثة إذا لم تكن على مستوى كفاءة عالية يجعلها مناسبة لمستوى الاستخدام الآدمى المأمون ، سواء أكان ذلك فى الحاضر ، أم فى المستقبل.

مراحل تحلل الملوثات

عادة ما يمر الملوث في الوسط المائي بثلاث مراحل لتحلله :

١- منطقة التحلل Degredation area :

هي المنطقة التي تبدأ فيها عملية التحلل للملوث ؛ حيث تتجمع الملوثات - عادة -في القاع في الطبقة الطينية ؛ إذ تترسب المواد الصلبة وتزدا د فيها نسبة التعكر وأعداد البكتريا ، وتختفي بعض أنواع الفطريات لعدم قدرتها علي تحمل الظروف البيئية الجديدة . وقد تنقرض تماما بعض الكائنات ، بينما تسود

كائنات أخرى.

وعند فحص قاع المجري المائي - عند هذه النقطة - تتواجد كثير من الكائنات الحية الكبيرة مثل الديدان الحلقية و الإسطوانية، ويرقات الحشرات والأكاروسات ، وتنخفض اعداد الطحالب لقلة الضوء ، وتنشط أنواع عديدة من الكائنات الحية الصغيرة ؛ مثل البكتريا والبروتوزوا ،وخاصة الهدبيات والخيطيات .

ب -منطقة التحلل النشط:Active decomposition area

وفيها تقل درجة التعكر وتزداد أعداد البكتريا بدرجة كبيرة ، وكذلك الفطريات ؛ وذلك في الرواسب التي تجمعت في القاع قرب نهاية المنطقة . و نلاحظ زيادة في نشاط الهائمات الحيوانية التي تقوم بالتهام الأوليات النباتية . وتخرج نواتج تحلل هذه الكائنات في صورة نترات وفوسفات، وتظهر أنواع من الطحالب.

ج - منطقة الانتعاش Recovery area :

وهي منطقة تالية تتميز باستعادة المجري المائي لحالته الأولي ؛ من حيث محتواه من الأكسجين وبقية خواصه الطبيعية . وتبدأ الصورة البيولوجية في التحول لصالح النشاط النباتي فيتوفر الضوء ، وتزداد

أعداد الطحالب ، ويبدأ نمو الأعشاب المائية ؛ مثل عدس الماء ، والألوديا ، والازولا ورد النيل وغيرها من النباتات التي تنافس الطحالب في كمية الضوء. المتاح.

الملوثات الطبيعية

وهى النابعة من مكونات البيئة نفسها وتعتمد عليها ، فهى تتضمن الملوثات البيولوچية أيضاً ، مثل الحشرات الضارة والميكروبات والطفليات وغيرها ، وهي الملوثات التي ليست من صنع البشر..

فالملوثات الطبيعية قديمة قدم الإنسانية ، حيث وجدت المخلفات فى الماء منذ بدء ظهور الكائنات الحية على سطح الكرة الأرضية ، ولم تقتصر هذه الملوثات على الفضلات الطبيعية لأجسام الكائنات الحية فحسب ؛بل لأن المادة العضوية الميتة دائما ما تتخذ طريقاً لها فى الممرات والمسطحات المائية كالبحيرات - والقنوات والأنهار والمحيطات .

ويسهم تدفق المياه الجارية - بما في ذلك الأمطار - فوق التربة والصخور والرواسب المعدنية بإضافة قدر كبير من الفضلات العضوية والرواسب والمواد المعدنية إلى موارد المياه، كما تشارك

ظاهرة تآكل التربة فى إلقاء كميات كبيرة من الفضلات فى المسطحات المائية. وفى هذا الصدد تلعب الأراضى الزراعية والتربة غير المحمية فى الغابات ومناطق الرعى والمناجم دوراً بارزا فى عملية تآكل التربة وتحليلها ؛ ومن ثم.. تكوين الرواسب فى الممرات المائية .

الملوثات البيولوچية

يقصد بالملوثات البيولوچية وجود كائنات حية مرئية أو غير مرئية بالعين - نباتية كانت أم حيوانية - تلوث الوسط البيئى (هواء - ماء - تربة). ومن هذه الكائنات التى تسبب التلوث البيولوچى للأوساط البيئية المختلفة: البكتيريا - الفيروسات - الفطريات - الأوليات الحيوانية - كما قد توجد مراحل (أطوار) دقيقة (بويضات - يرقات - أطوار معدية) من دورة حياة بعض الكائنات نباتية كانت أم حيوانية بالوسط البيئى ؛ مثل بعض الطفيليات كالبلهارسيا والدودة الكبدية وديدان القناة الهضمية، وكذلك الحشرات مثل البعوض وغيره .. ومن هذه الكائنات مايرى بالعين المجردة ؛ مثل بعض الطحالب والنباتات المائية، ومنها لايمكن رؤيته إلا باستخدام المجهر؛ مثل البكتيريا، وأغلب

الفطريات، والأوليات الحيوانية ومن هذه الكائنات والأطوار مايكون أكثرانتشارا فى وسط بيئى معين، ويرجع ذلك إلى طبيعة وحجم تلك الكائنات.. فكلما كانت الكائنات دقيقة كان انتشارها فى جميع الأوساط البيئية أمرا" سهلاً، ويتضح ذلك جليا فى حالة البكتيريا والفطريات والفيروسات التى تنتشر فى الهواء، والماء، والتربة.

و وجود مثل هذه الكائنات وهذه الأطوار فى الوسط المائى قد يحدث فيه تغييرا ملموسا أو غير ملموس ؛ فمثلا وجود بعض الفطريات أو الطحالب أو بعض الأوليات الحيوانات الأولية فى المياه قد يؤدى إلى تعكيرها ، وتلوينها ، وتغيير مذاقها ورائحتها ، وبالطبع لايصلح مثل هذا النوع من المياه للاستخدام الآدمى المباشر.

وفى كثير من الحالات قد تبدو المياه عادية من حيث الطعم واللون والرائحة ؛ إلا أنها تحتوى على كائنات دقيقة كالبكتيريا بأنواعها أو الفيروسات أو فطريات معينة، أو أطوار معدية لبعض الطفيليات، أو أوليات حيوانية، كما أن وجود مثل ذلك فى المياه يتسبب فى الإصابة بكثير من الأمراض ، ويجعلها مياها ملوثة.

الأضرار الناتجة من التلوث البيولوچى

مما لاشك فيه أن مياه الصرف تحمل كثيرا من الميكروبات وعلى رأسها البكتيريا . وتعمل هذه الميكروبات على تلويث المياه، وتلويث المنتجات المائية من أسماك ورخويات وقشريات وغيرها ، وإذا ماستخدم الإنسان تلك المياه الملوثة فى الشرب أو غسل بعض المأكولات أو تناول تلك الكائنات المائية الملوثة فإنها تسبب له أمراضا مختلفة قد تؤدى إلى تسممه وربما الي موته إذا لم تكن هناك إسعافات سريعة . ومن أهم هذه البكتيريا والأمراض المسببة لها الآتى:

١ - السالمونيلا Salmonella

وهى نوع من البكتيريا العصوية ، ومنها أيضا عصويات التيفود؛ حيث أنها تسبب مرض (التيفود) و(الباراتيفود) . وقد اجتاح التيفود بلادا كثيرة منها لندن ؛ وذلك فى أواسط القرن التاسع عشر، وكان ذلك ناتجا من تلوث المياه بقاذورات المجارى، وقد ادي ذلك إلي الإصابة بمرض السالمونيللوزيس Salmonellosis والذى يصيب الإنسان والحيو ان.

٢ - الشيجيلا Shigella

وهى نوع من البكتيريا العصوية تسمى عصويات الدوسنتاريا، وتختلف عن عصويات التيفود فى كونها لاتتحرك، وتسبب مرض (الدسنتاريا الباسيلية) - الشيجللوزيس Shigellsis

٣ - ڤيبروكوليرا Vibriocholerae

وهى نوع من البكتيريا العصوية تعرف بعصويات الكوليرا (عصويات الواوية)؛ حيث تظهر على شكل «و» تحت المجهر؛ وتسبب مرض الكوليرا.

وتحدث العدوى عن طريق مياه الشرب، فإذا وصلت بكتيريا الكوليرا إلى ماء الشرب - تكاثرت ونشطت وسببت وباء بين الناس يسمى (الكوليرا - Cholera).

وقد اجتاح هذا الوباء مناطق معينة مثل الهند - المكسيك - السودان - ومصر وكثير من الدول الإفريقية وفى إيطاليا سنة ١٩٧٣م وفى مصر سنة ١٩٤٧م .

٤ - الليبتوسبيرا Leptospira

عبارة عن نوع من السبيروختا Spirochaeta يسبب مرض ويلز Weil's Disease، وتعيش هذه الكائنات فى الجهاز البولى

للفئران التى تعيش بالقرب من المياه الراكدة والمجارى، وتخرج هذه البكتيريا مع بول هذه الفئران . وقد تتسل هذه الفئران إلى خزانات أو حاويات المياه التى تستخدم فى الشرب أو الاستحمام أو الأغراض المنزلية وتلوث الماء وتنقل العدوى إلى الإنسان.

٥ - شعبة العصويات القولونية

عبارة عن نوع من البكتيريا تعيش فى القناة الهضمية للإنسان، وإذا وجد هذا النوع من البكتيريا فى الماء العادى دل على تلوثه، ويحدث هذا التلوث بتسرب الفضلات الآدمية إلى مصادر المياه.

وفى ظروف خاصة تنتقل هذه البكتيريا إلى أجزاء الجسم ؛ فتحدث بعض التهابات فى الكبد والعظم مؤديه إلى تكوين خراريج، وكذلك التهابات فى أعضاء الجهاز البولى ؛ مثل الكلى والحالب والمثانة البولية؛ وفى حالات نادرة جداً قد تسبب مرض الالتهاب السحائى؛ وهو يعنى حدوث التهابات فى الأغشية المحيطة بالمخ والحبل الشوكى .

ويوجد كثير من الأوليات الحيوانية التى تلوث الماء وتسبب

للإنسان والحيوان أمراضاً خطيرة .. ومن أهم تلك الأوليات الآتى:

الأميبا الطفيلية أو إنتاميبا هستوليتيكا

Endamoeba histolaytica

وهو نوع من الأوليات المتطفلة التى تسبب مرض الدسنتاريا الأميبية (الزحار الأميبى) فى الإنسان - مرض الأميبا -Amebia-sis ، ويعيش هذا الطفيل فى الأمعاء الغليظة ، وتحدث العدوى عن طريق الماء الملوث.

الجيارديا:

يعتبر طفيل الجيارديا من الطفيليات الوحيدة الخلية- أى التى تتركب من خلية واحدة مثل الأنتاميبا-ويعيش داخل الجهاز الهضمى للإنسان ؛ خاصة فى الأمعاء الدقيقة. ومما يساعد على إنتشاره قرب خزانات (بيارات) الصرف الصحي من خزانات مياه الشرب ومضخات رفع المياه كما هو شائع فى كثير فى المدن والقرى.

بلاهنتيويوم كولاى:

وهذا طفيل ثالث من الأوليات الحيوانية، وهو من الطفيلات

الهدبية الشائعة الانتشار، ويعيش فى الأمعاء الغليظة للإنسان، وطريقة العدوى هى نفس طريقة العدوى فى حالة الطفليين (أنتاميبا هستوليتيكا، والجيارديا) ؛ وذلك بشرب ماء ملوث أو تناول خضروات أو فاكهة مغسولة بالمياه الملوثة

أهم الطفيليات التى تلوث الماء والأمراض التى تسببها:

كثير ماتحتوى المياه - وخاصة المياه العذبة - على مجموعات من القواقع ، والتى تعتبر حاضنات تكتمل فيها دورة حياة كثير من الطفيليات. ومن القواقع تنطلق الأطوار المعدية بأعداد هائلة لتلوث المياه ، وتسبب الإصابة بكثير من الأمراض الخطيرة.

طفيل دايبلوبوثريم:

وهو من الديدان الشريطية ،ويسبب مرض الدايفلوبوثريم . ومن أعراضه اضطرابات فى البطن مع نوبات من القيء والأنيميا. ولتجنب الإصابة بالطفيل يجب عدم التبرز بجوار الممرات المائية، والحرص الشديد على عدم تلوث المياه بالمخلفات البرازية.

كما يؤدى الماء الملوث إلى إصابة الإنسان أو الحيوان ببعض

الطفيليات ؛ مثل الدودة الشريطية (التينيا).

ديدان الاسكارس (ثعبان البطن).

ديدان البلهارسيا بنوعيها، بلهارسيا المسالك البولية و بلهارسيا المستقيم.

طفيل الهتروفيس:

وهو يصيب السمك أساساً،وتحدث العدوى للإنسان إذا ماتناول سمكا غير مطهو جيداً.

أهم الفيروسات التى تلوث الماء والأمراض التى يسببها:

فيروس الكبد:

إن فيروس الكبد- و خاصة الفيروس(A) - يؤدى إلى مرض إلتهاب الكبد الفيروسى ، و من أهم أعراضه خلل فى وظيفة الكبد؛ ممايؤدى إلى الإصابة بمرض اليرقات (الصفراء).

كما تؤدى المياه الملوثة بمياه الصرف -و خاصة عند الاستحمام أو السباحة فيها - الي الإصابة بكثير من الأمراض الجلدية ، وخاصة التنيا بأنواعها المتعددة . وقد يصاب البعض بأنواع معينة

من الإرتكاريا (الحساسية).

وقد تتمكن بعض الميكروبات من النفاذ خلال الجلد إلى الدم ؛ محدثة أضرارا بالغة، كما لاتنجو الأجزاء العليا من الجهاز التنفسى من الإصابة بكثير من الفطريات والبكتيريا التى تسبب أمراضا خطيرة بتلك الأجزاء ، تظهر فى صورة حساسية ،وتهيج فى الغشاء المخاطى للأنف والحلق ، واضطرابات فى المجرى التنفسى، وسعال متقطع، والتهاب الزور والجيوب الأنفية. كما أن العين والأذن لايفلتان من الإصابة ببعض الأضرار التى تسببها تلك الميكروبات الموجودة بالمياه الملوثة ؛كالتهاب ملتحمة العين ؛ والقناة السمعية.

الأبعاد الصحية للإمكانات المائية والصرف الصحى

Health dimension of water pupply and Sanitation

لايوجد أى شك فى أن المياه يمكن أن تعمل كناقل للأمراض والطفيليات ؛ حيث تعتمد هذه الكائنات على الماء فى حياتها. ويبدو هذا واضحاً إذا أخذنا - فى الحسبان عادات وتقاليد الشعوب وإستخداماتها وتعاملها مع قطرة الماء.

وعموماً يمكن تقسيم علاقة الأمراض والطفيليات بالماء كالتالى:

أولاً: أمراض متولدة من الماء Water Borne diseases

وهى النوعية الأولى من الأمراض التى تسببها بعض الميكروبات التى تعيش فى الماء ، والتى يمكن أن تصل إلى الأنسان عن طريق الشرب . وتنتقل هذه الميكروبات إلى الإنسان عند عدم وجود مصادر مياه شرب مأمونة . وأهم هذه الأمراض التيفود والكوليرا. وتعتبر مثل هذه الأمراض من أخطر مايواجه المسئولين عن مياه الشرب التى يتم ضخها فى شبكات مياه الى

أعداد كبيرة من البشر؛ كما يحدث فى المدن :حيث تنحصر خطورتها فى انتشار الأمراض الوبائية فى هذه الحالة إلى أعداد هائلة من البشر.

لقد أوضحت الدراسة - التى أجريت فى مصر - أن عدد الموتي بالأمراض المتولدة من الماء عام ١٩٨٧بلغت ٤٨,٤٥٨ حالة ؛ منها ١٠٢ حالة أمراض طفيلية، و ٢٨٥و٤٠حالة بالتيفود والامراض ا لمعدية ؛ و ٤١٤و١ حالةبالأمراض البكترية .

ثانياً: أمراض ناتجة عن الغسيل بالماء: Water washed diseases

حديثاً زاد الاهتمام بالأمراض التى تنتج من الغسيل . وأهم هذه الأمراض أمراض الإسهال ، وأمراض الجلد ، وأمراض العيون . وتنتشر هذه الأمراض فى الأماكن التى لاتتوفر بها كمية المياه اللازمة للنظافة الشخصية ؛ حيث تنتقل هذه الأمراض أثناء التنظيف من إنسان إلى آخر؛ نظراً لعدم توفر المياه ؛ حيث تنتقل من شخص إلى آخر ؛ أثناء استعمال كمية صغيرة من الماء فى هذه الأغراض.

ثالثا - أمراض مسئول عنها الماء:Water based diseases

وهى الأمراض التى تعتمد على الماء لتكملة دورة حياتها ؛ مثل الطفيليات التى تعتمد على الماء ، وبعض العوائل التى تعيش فى الماء ، وأهمها البلهارسيا ، ودودة الجوانيا ، ودودة الإسكارس ، والدودة الكبدية ،وغيرها من الطفيليات التى تكتمل دورة حياتها فى الماء فقط أو فى عوائل تعيش فى الماء .

وعادة ما ينتقل بيض وأطوار هذه الطفيليات إلى الماء أثناء عملية التبرز أو التبول قرب الماء أو فيه ؛ حيث تقضي الطفيليات جزءا من دورة حياتها داخل عوائل أخرى أهمها القواقع والأسماك.. وتعتمد هذه الطفيليات على زيادة النسل فى توسيع عملية انتشارها ،وفى التأكد من وصولها إلى الإنسان.

رابعا- أمراض مرتبطة بعائل ناقل للمرض

وهو الطريق الرابع لنقل الأمراض للإنسان؛ حيث تستعمل بعض الكائنات الناقلة للأمراض الماء كوسيلة لإتمام دورة حياتها فالبعوض الذى ينقل الحمى الصفراء والملاريا علي سبيل المثال- يستخدم الماء لإتمام دورة حياته ؛ حيث تضع البعوضة البيض فى الماء الذى يتحول إلى يرقات وعذارى ، ثم تخرج الحشرات الكاملة

التى تمتص دم الإنسـان المصـاب ؛ حـيث تتم دورة حـيـاة جنسـيـة الطفيل داخل جسمه ، وتتم دورة حياة الطفيل داخل جسم الإنسان.

ولقد أضيفت مجموعة أخرى من الأمـراض أطلق عليـهـا الأمـراض الموزعـة عن طريق الماء Water disperseal diseases ؛ وهى أمراض خطيرة جدا علي الصحة العامة فى الدول المتقدمة ؛ فعلى سبيل المثال هناك بعض الأميبيات تدخل الأنف أثناء تواجد الإنسان فى الماء . وبرغم أنها غير ممرضة فإن وجود المياه الدافئة قد تسد الأنف مماقديؤدي إلي وفيات.

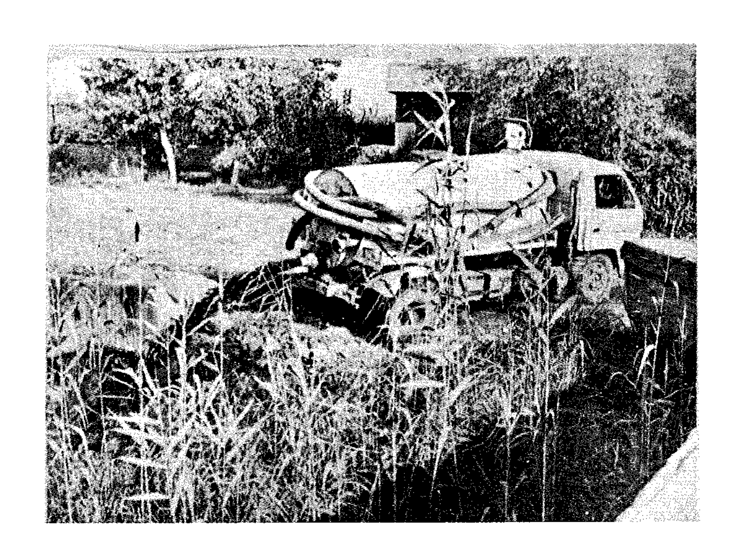
كما أن هناك بعض البكتريا (مثل جنس Legionella) يمكنها أن تتكاثر بكثـر ة فى الماء .وفى وجود الهـواء يمكن أن تتناثر هذه البكتريا بفعل الهواء لتصل إلى الجهاز التنفسى للإنسان .وكل هذه الأنواع الخمسة من الأمراض تلعب فيهانوعية المياه ومدى توفر وسائل الصرف الصحى الدور الأول فى انتشارها.

ومن واقع بيانات هيئة الصحة العالمية اتضح أنه بنهاية هذا العقد سيتواجد ١٢٠٠ مليون شخص فى العالم لاتتوفر لهم مياه نقية مأمونة شكل (١) كما أنه سوف يتواجد ١٨٠٠ مليون بدون خدمات صرف صحى.ومن خلال التقسيم السابق للأمراض المتعلقة

بالماء نجد أن هناك ثلاثة أنواع من الأمراض أو ثلاثة مجموعات من هذه الأمراض ترتبط إرتباطا تاما بعملية الصرف الصحى ؛ شكل (٢) - وتوفر المياه الصالحة للشرب كما أن الإصابة بالكوليرا والتيفود وديدان البلهارسيا والإسهال - والتى غالباً ما تنتج من عدم توفر شروط صحية جيدة للوقاية منها تعتبر من أهم الأمراض المنتشرة في المجتمع الدولى.



شكل (١):نقطة ماء نقية لنظافة الانسان.



شكل (٢): سيارات لحكم المحلي تقوم بالقاء الصرف الصحى بالمصادر المائية

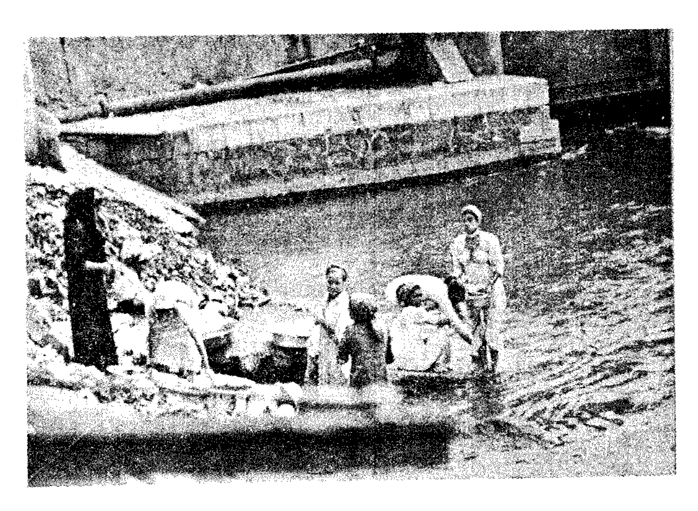
ويوجد فى المجتمع الدولى مجموعة أخرى خطيرة من الأمراض مرتبطة بالماء ؛ وهى الأمراض الناتجة من تواجد النترات والعناصر الثقيلة والمبيدات الناتجة من النشاط الزراعى والصناعى فى المناطق الصناعية أو الزراعية ؛والتى تلوث مياه الشرب فى هذه المناطق.

إن من مؤشرات عقد التسعينيات أن مابين ٤-٥ مليون حالة

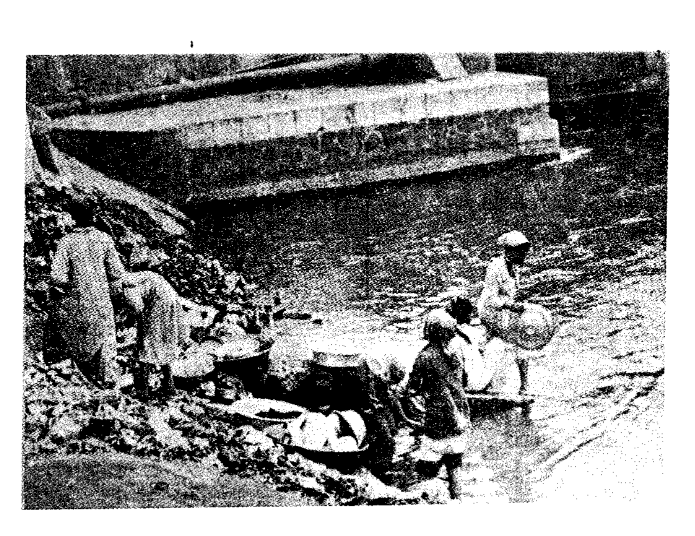
وفاة قد حدثت فى العالم بسبب الإسهال سنويا فى الأطفال الأقل من خمسة أعوام .وفى السنتين الأولى والثانية من عمر الأطفال يموت ١٥ من كل ١٠٠ طفل بالإسهال .

ولقد أثبتت البحوث أنه - عن طريق تقديم المياه المأمونة وتنفيذ الصرف الصحى - يمكن خفض نسبة الوفيات فى الأطفال ألى أقل من النصف ؛ حيث يوجدفى أفريقيا ١٠ ملايين من البشر يصابون بدودة غينيا الموجودة فى مياه الشرب ، كما يوجد أكثر من ١٠٠ مليون من البشر يعانون من خطر الإصابة بهذا الطفيل فى كل من آسيا وأفريقيا.

ومن الأمراض الخطيرة التى تواجه العالم حالياً مرض البلهارسيا الذى ينتشر فى ٧٦ دولة ، ويصيب ٢٠٠ مليون من البشر. ومن المنتظر أن يصاب أكثر من ٤٠٠ مليون من البشر فى المستقبل . وبرغم أن البلهارسيا لاتنتقل عن طريق شرب الماء فانها مرتبطة ارتباطا كبيراً باحتكاك البشر بالماء العذب ويوضح الشكل (٣ و ٤) الاستعمال السيء للمياه العذبة من جانب المواطنين. خصوصا بعد انتشار وسائل الرى بالراحة التى أتاحت لهذا المرض زيادة الإنتشار.



شكل (٣) : عملية غسيل الاواني في المصادر المائية



شكل (٤) :السيدات يقمن بغسل الملابس في المصادر المائية.

ويمكن الحد من انتشار هذا المرض أو تقليله بنسبة تصل إلى ٦٠٪ إذا تم تنفيذ برامج إعلامية موجهة تحذر المواطنين من الاحتكاك بالمياه العذبة ، أو توجههم الي عدم التبرز أو التبول بالقرب من مصادر المياه.

ومن الملوثات البيولوجية - الخاصة بالمياه - نمو كثير من النباتات المائية المغمورة ونصف المغمورة والطافية بكميات ضخمة ؛ لدرجة أن هذه النباتات قد تمتد لمساحات كبيرة فى المجرى المائى مؤدية إلى مشاكل بيئية . ومن أمثلة هذه النباتات النباتات المغمورة؛ مثل:

١ - نبات الأيلوديا Elodea

وينتشر هذا النبات فى أماكن كثيرة منها البحيرات، والبرك والقنوات ، والمجارى المائية التى ينساب فيها الماء ببطء.

٢ - نبات نخشوش الحوت Ceratophyllum

ينتشر نبات نخشوش الحوت فى جميع المناطق المائية ،عدا المناطق الشديدة البرودة . وغالبا مايؤدى إلى انسداد أو ضيق القنوات المائية..

٣ - نبات الروبيا Rubia Tinctoria

ينمو نبات الروبيا -عادة - فى المياه الراكدة أو المياه القليلة الملوحة، وفى الماضى كان يشاهد النبات قدرا فى المياه العذبة القريبة من البحار. وفى السنوات الأخيرة بدأ ينتشر بدرجة كبيرة فى قنوات المياه العذبة.

كما توجد النباتات المائية الطافية ، وتتميز هذه النباتات بأن لها جذوراً توجد هى والجزء السفلى من المجموع الخضرى تحت سطح الماء، أما الجز ء العلوى من المجموع الخضرى فيكون طافيا على السطح، ومن أمثلة ذلك:

١ - نبات البشنين: «عرائس النيل» .

٢ - نبات الزقيم (خس الماء): «زقوم» .

٣ - ورد النيل (الياسنت المائى): ويعتبر ورد النيل من النباتات الحولية . أى التى تعيش عاما أو موسما واحدا، وفى الوقت نفسه يعتبر من النباتات النامية طوال العام . ويتميز هذا النبات بأزهاره البنفسجية ، ويطفو نبات ورد النيل على السطح ، وتمتد جذوره الليفية الكثيفة تحت سطح الماء، وتظهر

أوراقه الخضراء اللامعة مثل الوردة حول الساق.

وقد انتشر هذا النبات بطريقة بشعة فى جمهورية مصر العربية خاصة بعد إنشاء السد العالى ،و هو يسبب بطء حركة التيارات المائية ، شكل (٥).



شكل (٥): نبات ورد النيل

وتساعد الرياح وتيارات الماء علي انتشار هذا النبات وغيره من النباتات المائية ؛حيث إنها تحمل البذور والنباتات الصغيرة من منطقة إلى أخرى، وقد تلتصق النباتات الصغيرة بالناقلات النهرية

والسفن التى تعبر من مناطق ملوثة إلى أخرى نظيفة ، أو عن طريق النباتات ذاتها لتستغل فى بعض الأغراض.

المشاكل البيئية التى تسببها النباتات المائية

* إعاقة حركة المياه وضعف تيار الماء ، وربما انسداد المجرى المائى أحيانا . وهناك قنوات ومجار مائية بأكملها قد سدت بالنباتات المائية المتنوعة ؛ مما أدى إلى بوار مساحات كبيرة من الأراضى التى كانت تعتمد على تلك القنوات فى عملية الرى ، كما تسبب تلك النباتات انسداد مضخات رفع المياه وتلفها.

* تمثل النباتات وسطا خصباً لانتشار كثير من القواقع التى تكتمل فيها دورة حياة كثير من الطفيليات الضارة ؛ مثل البلهارسيا ، والدودة الكبدية ؛ إذ تتعلق القواقع بهذه النباتات وتتغذى على بعض أجزائها الخضرية ، وكذلك البكتيريا والفطريات ، كما أنها مجال لإيواء كثير من الحشرات المتنوعة والقوارض.

* تتسبب النباتات المائية فى فقد نسبة كبيرة من المياه المحجوزة وراء السدود والخزانات، كما تسبب - أيضاً - اضطرابات فى عمليات توليد الكهرباء من المساقط المائية.

* الأجزاء المتساقطة من تلك النباتات قد تتعفن وتصبح مرتعا لكثير من البكتيريا والفطريات الضارة، وتحلل تلك الأجزاء بفعل البكتيريا يؤدى إلى اختزال كمية الأوكسيچين الموجودة ؛ مما يؤدى إلى اضطراب فى البيئة المائية.

* تعمل النباتات المائية الكثيفة على إعاقة عمليات النقل النهرى وعرقلة حركة الملاحة ، كما أنها تؤثر في عمليات صيد الأسماك، كما أن حركة الزوارق واللنشات تكون صعبة، وكذلك فإن هناك مناطق من مجرى النيل غزتها النباتات المائية ؛ مما أدى إلى ضيق مجرى النهر فى تلك المناطق.

و هناك جزر بأكملها من النباتات المائية ممتدة فى النهر لمساحات واسعة . وبمرور الوقت وانحسار المياه - كما يحدث أثناء السدة الشتوية للنيل وفى فترات الجفاف - قد تموت تلك الجزر وتتحلل مخلفاتها النباتية ؛ مما يؤدى إلى انقراض مجرى النيل بالتدريج، كما أن النباتات المائية الكثيفة تحجب نسبة كبيرة من أشعة الشمس الساقطة على المياه، وبذلك تحرم كثيرا من الهائمات المائية (البلانكتون) من القيام بعملية البناء الضوئى ؛ مما يؤدى إلى خلل فى التوازن البيئى الطبيعى فى المياه.

أمثلة شائعة من نباتات المستنقعات:

هذه النباتات لها جذور، وتوجد الجذور والجزء الأسفل من الساق تحت سطح الماء ، بينما يوجد الجزء العلوى من الساق والمحتوى على الأوراق والنورات فوق سطح الأرض . ومن أمثلة هذه النباتات:

١ - نبات البوص العادى

ويعتبر من النباتات الدائمة النمو طوال العام. و عادة مايشاهد البوص فى المجارى المائية الضيقة، وعلى حواف الأنهار، البرك والمستنقعات و البحيرات، وعند مصبات الأنهار، وكذلك المصارف المائية.

٢ - السمار Tuncus acutus

يعتبر من النباتات الحولية أو الدائمة طوال العام. وينتشر هذا النبات بوفرة فى النيل، وتوجد جزر بأكملها من هذا النبات تمتد فى بطن النهر.

٣ - البردى «بردى مصرى» Egyptian Sedge

يعتبر من النباتات القوية الدائمة طوال العام، وغالبا مايشاهد هذا النبات فى صورة تجمعات فى المصارف والقنوات المائية والمستنقعات، ويتخذ كثير من الطيور المائية والحيوانات الشديية نصف المائية - أى التى تعيش فى الماء - من تجمعات هذا النبات مأوى تختبىء فيه.

التلوث بالطحالب

تتسم المياه السطحية - بجانب سهولة تعرضها للتلوث- باحتوائها على عديد من الكائنات الحية النباتية، وهذه كثيراً ما تغير من طبيعة المياه ونوعيتها، وتتدخل من وقت لآخر فى سلامة استخدامها.و للطحالب أضرار كملوثات ؛ أهمها مايلى:

١ - تواجد الرائحة والطعم واللون والهلام فى مياه الشرب ومياه الصناعة.

٢ - تآكل المنشأت الخرسانية والمعدنية.

٣ - سد المرشحات فى محطات تنقية المياه.

٤ - تكاثرها داخل المواسير وشبكات التوزيع وفى أبراج التبريد، وعلى جدران الخزانات.

٥ - تكوين حصر أو ملاءات طحلبية فوق أسطح البحيرات، وانبعاث الروائح الكريهة من شواطئها.

٦ - غزوها للترع والقنوات والمصارف بكميات كبيرة.

٧ - تلويث الطحالب المجهرية للمياه النقية المجهزة للاستعمال، وموت الحيوانات التى توجد في مياه قد ابتليت بأنواع سامة من دقائق هذه الكائنات المجهرية.

وترجع أعراض التسمم فى الإنسان والحيوان - فى بعض الأحيان - إلى الطحالب، فهناك أعداد كبيرة من الأسماك والمحارات والقشريات التى تقطن المياه المالحة تؤدي إلي تسمم الإنسان عند تناولها.

وفى إحدى البحيرات بأمريكا لوحظ انتشار مرض التواء العنق (نوع من الشلل) بين آلاف الطيور المائية، وتبين أن السبب فى ذلك توكسين معين تفرزه أنواع من الطحالب النامية بغزارة فوق قاع البحيرة.

وعندما تنمو الطحالب فى البحيرات العذبة نموا فائقا - وبخاصة أثناء الفصول الحارة من السنة - تختزل كمية الضوء

المخترقة لسطح الماء ؛فتقلل من نشاط عملية التمثيل الضوئى، كما تستهلك الطحالب كل الأكسجين الذائب الذى لايوجد مايعوضه آنذاك ؛فتموت الأسماك مختنقة وتطفو جثثها على السطح بالالآف.

الملوثات الكيمائية

ان الملوثات الكيمائية للبيئة أهم وأبلغ أثرا من الملوثات البيولوجية، وقد تحدث من مصادر صناعية سواء أكانت نتيجة للنشاط المتصل بالحياة والإنتاج أم نتيجة استعمال طرق غير عملية فى عمليات الانتاج ، وما يصدر عن الصناعات من مخلفات ومايخرج من وسائل النقل والانتقال من غازات وأبخرة ، وكذلك نواتج الاحتراق غير التام للمشتقات البترولية ، ومايتراكم فى البيئة الريفية من بقايا الكيمائيات الزراعية التى تشمل المخصبات الزراعية ومبيدات الآفات الزراعية والمنزلية.

وقد تزايدت احتمالات التلوث الكيميائى فى السنوات الأخيرة .وفيما يلى عرض لأهم هذه الملوثات والأضرار المترتبة عليها وخاصة فى مجال التلوث المائى.

التلوث ببقايا المبيدات:

لقد أوضحت تقارير الأمم المتحدة أن ٦١٪ من السكان فى الريف، و٢٦٪ من سكان المدن ليست لديهم مياه صالحة للشرب لتلوثها.
وتتلوث مصادر المياه ببقايا المبيدات باحدى الوسائل التالية :

١ - عن طريق التربة الزراعية الملوثة بكميات هائلة من بقايا المبيدات التى تتراكم بها عاماً بعد عام.

٢ - أسلوب الرى بالراحة الذى يتبع فى معظم الأراضى الزراعية ؛حيث يروى الفدان بكميات من المياه تتراوح بين ٣٠٠و ٥٠٠ متر مكعب فى الرية الواحدة ، والتى تعادل فى كميتها أضعاف أضعاف السعة الحقلية للأرض ؛ مما يؤدى إلى فقد جزء كبير من هذه المياه بما تحويه من بقايا مبيدات.

٣ - أدى تلوث مياه النيل نتيجة قيام بعض مصانع المبيدات فى بعض الدول الإفريقية بالقاء مخلفاتها فى الماء إلى تلوث مياه الرى ببقايا المبيدات.

٤ - التلوث المباشر ؛ حيث تقوم أجهزة الرش - وعلى رأسها طائرات الرش - برش جميع الحقول بما فيها المنازل ومصادر المياه.

هذا ومن الجدير بالذكر أن مستوى الملوثات من المصادر المائية - الناتج من تلوث التربة الزراعية - يعتمد على عديد من العوامل ؛ أهمها نوع التربة ؛ حيث يزداد تلوث المياه المترشحة من الأراضى الرملية عن الأراضى الطميية عن الأراضى الطينية.كما أنه كلما زاد تركيز المبيدات فى التربة زاد تركيزه فى مياه الصرف.

وايضا .. فان مسامية التربة تلعب دوراً هاماً فى حركة الماء وسهولة صرف المياه الملوثة ، كما أن محتوى التربة من المواد العضوية ودرجة

مباشر في مدى صرف كميات هذه الملوثات من التربة الزراعية إلى المياه.

ويوضح جدول(٦) كميات المبيدات المنصرفة من ثمانية أنواع من الأراضى الممثلة للأراضى المصرية ؛ حيث يتم رى التربة خمس ريات ؛ بمعدل ٤٠٠م٣ مياه في كل رية ، وتم تجميع الراشح الوارد لمياه الصرف ، وتحديد كمية المبيدات الموجودة به فى نهاية موسم القطن.

جدول(٦): نسبة المبيدات المنصرفة مع مياه الصرف بعد رى محصول القطن خمس ريات بمعدل ٤٠٠ متر مكعب للفدان.

نوع التربة	PP2	دايفونيت	اندرين	كيبون
تربة منطقة سموحة	٨ر٨٪	٩ر٨٪	٥٧،٣٪	١ر٢٨٪
تربة زراعة اسكندرية	٦ر٦٪	٢ر٨٪	١٧٪	٤ر١٧٪
تربة نهضة٣	٧ر٨٪	٩ر١١٪	٣ر١٨٪	١٪
تربة المنصورة	٢ر٤٪	٨ر٥٪	١ر٢٥٪	٢ر ٣١٪
تربة سخا	٣ر٧٪	٨ر٧٪	٢٧،٧٪	٦ر٣٦٪
تربة ايتاي البارود	٥ر٢٪	٤٪	٧ر٢٦	٢ر١٧٪

ويتضح من الجدول أن الأراضى المختلفة اختلفت فيما بينها فى كمية المبيد المفقود عن طريق مياه الصرف ، كما أن كميات المبيدات المنصرفة مع مياه الصرف قد اختلفت تبعاً لنوع المبيد فى التربة الزراعية الواحدة.

وفى تجربة أجريت على ثلاثة أنهار (هي نهر الموسكوك ، ونهر التيمز ، ونهر الكريك) تم تتبع كميات الـ د.د.ت التى تتواجد على مدار السنة ؛ حيث لوحظ أن كميات المبيدات تختلف من شهر إلى آخر وتختلف على حسب النهر ومدى تواجده فى منطقة زراعية ، وحسب المزروعات الموجودة فى هذه المنطقة التى يمر فيها النهر .ويوضح الجدول (٧) تركيز بقايا المبيدات فى الأنهار الثلاثة خلال أشهر السنة.

ويوضح الجدول أن نهر الموسكوك هو أشد الأنهار تلوثاً ،.يليه نهر التايمز ، ثم نهر الكريك . كما يلاحظ أن معدل بقايا المبيدات كان فى أعلى مستواه خلال شهر إبريل ؛ حيث يبدأ برنامج المكافحة ، ثم تقل كمية المبيد بعد ذلك ؛ لتصل إلى أدنى تركيز خلال شهري أغسطس وسبتمبر.

ويبين الجدول(٨) أيضاً مستوى التلوث فى أحد المصادر المائية خلال

عام ١٩٧٢.

ويلاحظ من الجدول أن مستوى بقايا المبيدات اختلف من شهر إلى آخر، ، وأنه كان فى أعلى معدل له فى شهر مايو ، ثم بدأ يتناقص تدريجياً . ويلاحظ ارتفاع تركيز الديازينون خلال شهر يوليو وأغسطس ؛ حيث يتم استخدامه بكثرة لمكافحة آفات الخضر فى هذا الوقت.

جدول (٧): تركيز بقايا الـ د.د.ت (رطل / أسبوع) فى ثلاثة أنهار خلال

الشهر	نهر الموسكوك	نهر التايمز	نهر الكريك
ابريل	١١٫٨	٢٫٥	٤ر.
مايو	١١٫٨	١٫٨	٨ر.
يونيو	١٠ ر.	٠٫٥	٠٫٣
يوليو	١	٠٫٣	٠٫٢
اغسطس	١ ر.	٠٫٢	٠٫٢
سبتمبر	٠٫٢	٠٫١	٠٫٣
اكتوبر	٠٫٣	٠٫٢	٠٫٢
نوفمبر	٠٫٥	٠٫٣	٠٫٣

جدول (٨) : مستوى التلوث بأحد المصارد المائية (Bradford Marsch)

الشهر	د.د.ت	ديازينون	اثيون	باراثيون
ابريل	٦٨٠	١٠٠	٩٠	٨٠
مايو	١٠٠	٤٠	١٠	١٠
يونيو	٨٠	١١٠	٣٠	٢٠
يوليو	٥٠	٤٥٠	١٠	٣٠
اغسطس	٤٥	٢٨٠	٣	٢٥
سبتمبر	٣٥	١٨٠	–	٦٠
اكتوبر	٣٠٠	٥٠	–	٧٠

تلوث مياه نهر النيل ببقايا المبيدات

من أكثر من ٣٨٤ بحثا- نشرت عن تلوث مياه نهر النيل - أوضح ١٣ بحثاً تلوث مياه نهر النيل ببقايا المبيدات . ولقدأكدت جميع نتائج البحوث أن مياه النيل بدءاً من أسوان وحتى الأسكندرية ملوثة ببقايا المبيدات ؛ مما يوضح أن جزءاً من هذا التلوث قادم من نشاط الدول التسع التى تطل على نهر النيل ؛ وهى :،زائير، ورواندا ، وبوروندى ، وتانزانيا ،وأوغندا ،وكينيا، والسودان ،وأثيوبيا ، بالإضافة إلى مصر. فهناك بحوث تؤكد أن هناك مصانع لإنتاج المبيدات تلقى مخلفاتها فى مجرى النيل خارج حدود مصر ، كما أوضحت معظم البحوث التى أجريت فى معظم هذه الدول عن تلوث مياه نهر النيل ببقايا المبيدات.

ولقد كانت أهم المبيدات التى أمكن تقديرها فى مياه نهر النيل هى

سادس كلوريد البنزين و اللندين و الأندرين وال د.د.ت وجميع مشابهاته ونواتج هدمه . وأوضحت النتائج أيضاً أنه كلما اتجهنا إلى الدلتا زاد تلوث مياه نهر النيل ببقايا المبيدات ليصل إلى أعلى معدل له بدمياط ،وخاصة أن كميات المياه التى كانت تقذف فى مياه البحر الأبيض المتوسط كانت ١٦ × ١٠^٩ متر مكعب عام ١٩٦٤ ، وأصبحت الآن ٢.٣ مليار متر مكعب ماء فى السنة ؛ و ذلك يعني أن التخلص من جزئ من المياه الملوثة أصبح الآن غير متوفر ؛ لحاجة الدولة إلي كل نقطة مياه لزراعة الأراضى الجديدة.

ويعنى تلوث مياه النيل مجموعة حقائق خطيرة ، هي:

أ – أن نهر النيل أصبح مصدراً مستمراً لتلوث الأراضى الزراعية ؛ حيث إن معظم أراضى الوادى القديم يتم ريها بهذه المياه بمعدلات هائلة من المياه ؛ وبالتالى يضيف مصدراً هاماً لتلوث التربة والمواد الغذائية.

ب – أن نهر النيل أصبح مصدراً رئيسياً ومستمراً لتلوث مياه الشرب ؛ فإن ٩٩٪ من مصادر مياه الشرب واردة من النيل ،ولا يمكن أن تكون محطات المياه قادرة على إزالة متبقيات المبيدات من المياه ؛ فلا توجد

تكنولوجيا اقتصادية حتى الآن قادرة على إزالة هذه البقايا من المبيدات من مياه الشرب.

جـ - أن نهر النيل أصبح مصدراً هاماً لتلوث جميع مصادر الثروة الحيوانية المائية ،وعلى رأسها الأسماك . وقد أوضحت البحوث أن تلوث الأسماك من ترعة المحمودية أشد من تلوث ترعة أبو الغيط ، أكثر من تلوث أسماك مياه المنصورة ، أكثر من تلوث أسماك مياه أسيوط ، أكثر من تلوث أسماك مياه فاراسكور ، أكثر من تلوث أسماك مياه أدفينا ، أكثر من تلوث أسماك مياه القاهرة ، أكثر من تلوث أسماك مياه أسوان.

كما أن بقايا المبيدات التالية قد أمكن تقديرها فى لحوم الأسماك ؛ وهى سادس كلوريد النترين - لندين - أندرين - الـ د.د.ت. وجميع مشابهاته ونواتج هدمه ؛ بالإضافة إلى نسبة صغيرة من بقايا المبيدات الفوسفورية.

والطريف أن جميع البحوث قد أكدت الأثر السئ لهذه البقايا على فسيولوجيا الكائنات الحية التى تعيش فى النيل ؛ وكذا الأسماك التى تأثرت بشدة بهذه البقايا وأثرت على كمية البيض المنتج عن طريق هذه الأسماك وكذا على نسبة فقسه ؛وبالتالى على إنتاج هذه الأسماك الذى يبدو واضحا

من شكوى صيادى الأسماك ؛ إذ يشكون من النقص الحاد فى كمية الأسماك التى يتم صيدها من جميع مصادر المياه ؛ بما فيها ماء النيل.

ويرجع تلوث مياه نهر النيل إلى الأسباب التالية :

١ - مصانع المبيدات المقامة على نهر النيل مباشرة فى بعض الدول الأفريقية.

٢ - رشح مياه الصرف الملوثة ببقايا المبيدات فى المصادر المائية ، وخاصة مياه نهر النيل ؛ حيث يمر النهر فى وسط زراعات يتم رشها بكميات هائلة من المبيدات سنوياً وخلال السبعة والأربعين عاماً الماضية.

٣ - الرش المباشر أثناء عملية رش الزراعات ؛ حيث تصل كمية من المبيدات بفعل التيارات الهوائية لتلوث مياه نهر النيل.

٤ - غسيل الأوانى والأوعية المحتوية على مبيدات فى مياه نهر النيل بما فى ذلك آلات الرش.

٥ - غسيل الملابس والاستحمام فى مياه نهر النيل بعد عملية رش المبيدات.

تلوث البحيرات ببقايا المبيدات

لقد أوضح تقرير أكاديمية البحث العلمى عن تلوث البحيرات فى مصر ببقايا المبيدات أن معظم البحيرات الموجودة فى مصر ملوثة ببقايا المبيدات. فالمعروف أن البحيرات هى أماكن مغلقة منخفضة عن مستوى الأراضى المجاورة ، يتم ترشيح المياه فيها - سواء من الأراضى المجاورة أم من مصادر المياه الأخرى - وغالباً لا يتجدد ماء هذه البحيرات إلا ببطء شديد ؛ لأنها بحيرات مغلقة . وغالباً ما ينمو فى هذه البحيرات مجموعة كبيرة من الهائمات النباتية والحيوانية وفى مقدمتها الأسماك . وبرغم أن هذه البحيرات أصبحت تتلوث بشدة نتيجة لنشاط الإنسان ، سواء عن طريق مياه صرف المصانع التى تحتوى على نسبة عالية من الكيماويات والمواد السامة أم نتيجة لمياه صرف المجارى أو إلقاء النفايات الصلبة.

وغالباً ما تحتوى أسماك هذه البحيرات على نسبة عالية من الملوثات وفى مقدمتها المبيدات . وتزداد هذه المشكلة سوءا عاما بعد عام ، وتعتبر مصدرا لتلوث الغذاء.

١- بحيرة المنزلة

٢ - بحيرة إدكو

تقع هذه البحيرة شمال شرقي الإسكندرية ،وترد إليها الملوثات - خاصة بقايا المبيدات - من خلال مصرفى بير سبع وإدكو . ونظراً لاتصالها بالبحر مباشرة فإن نسبة الملوثات - خاصة بقايا المبيدات - تكون قليلة نوعاً، ولكنها أكثر من الموجودة فى بحيرة البرلس وأسماكها.

٣ - بحيرة البرلس

تقع هذه البحيرة بين فرعى رشيد ودمياط ؛ وهى تقع فى محافظة كفر الشيخ ؛ وهى شديدة التلوث ببقايا المبيدات ؛ نظراً لرشح كمية هائلة من المبيدات من مساحات كبيرة من الأراضى الزراعية فى هذه البحيرة ، كما أنه يصب فى هذه البحيرة مصرف البرلس ، مصرف نمره ٧، ومصرف الاصلاح ، ومصرف ناصر، والبحراوى ، ومصرف نمرة ٨ ، ومصرف نمرة ٩، ومصرف نمرة ١١ ، ومصرف المحيط.

٤ - بحيرة مريوط

بحيرة مغلقة لا تتصل بالبحر، تتغذى - عادة - عن طريق مياه الصرف الصحى والصناعى لمحافظة البحيرة والإسكندرية مع بعض مياه المصارف.

وتعتبر هذه البحيرة شديدة التلوث بجميع أنوا ع الملوثات بما فيها بقايا المبيدات.

٥ - بحيرة قارون

تقع فى محافظة الفيوم وهى بحيرة مغلقة يتم الصرف الزراعى بها . وتبلغ عدد المصارف التي تصب فيها ١٤ مصرفاً ؛ وهى شديدة التلوث ببقايا المبيدات ؛ حيث تحتوى مياه الصرف الزراعى على تركيزات مختلفة من بقايا المبيدات . وعادة ماتتركز هذه البقايا فى هذه البحيرة المغلقة ؛ نظراً لتراكمها عاماً بعد عام . هذا بالإضافة إلى مبيد البايلوسيد الذى استخدم بكميات هائلة فى مشروع مكافحة قواقع البلهارسيا بمحافظة الفيوم.

وتعتبر أسماك هذه البحيرة ومياهها غنية ببقايا المبيدات الحشرية ومبيدات القواقع ،وكذا مبيدات الحشائش ؛ حيث اتجهت محافظة الفيوم فى الوقت الحاضر الي زراعة الخضر التى تستخدم فيها كميات هائلة من المبيدات.

٦ - بحيرة السد العالى

تعتبر بحيرة السد العالى أكبر البحيرات فى مصر، حيث تبلغ مساحتها

مليون وثلاثمائة ألف فدان ، وتقع على ارتفاع ١٨٠ مترا" فوق سطح البحر.

وتعتبر بحيرة السد العالى أقل بحيرات مصر تلوثاً ببقايا المبيدات ؛ حيث إن كل بقايا المبيدات فى هذه البحيرة وارد من نشاط ثماني دول على نهر النيل من منبعه حتى مصر . ويتواجد فى هذه البحيرة كميات من بقايا مبيدات الـ د.د.ت ومشابهاته وجميع نواتج هدمه ؛ وهو أعلى تركيزات بقايا المبيدات ، يليه اللندن وسادس كلوريد البنزين والأندرين والديلدرين . وتحتوى أسماك هذه البحيرة أقل تركيزات بقايا المبيدات إذا قورنت ببقية الأسماك في سائر البحيرات فى مصر.

تلوث البحر الأبيض المتوسط ببقايا المبيدات

يقع على البحر الأبيض المتوسط ١٨ دولة تلوث هذا البحر عن طريق ١٢٠ مدينة تقع على شاطئ هذا البحر . ويرجع تلوث مياه هذا البحر ببقايا المبيدات إلى أن بعض الأنهار تصب محتوياتها به وخاصة نهر النيل الذى يصب فيه حالياً ٢,٣ مليار متر مكعب ماء سنوياً ، وهذه المياه محتوية على بقايا المبيدات.

ولقد لاحظ الباحثون أن الأسماك الواردة من هذا البحر تحتوى لحومها أيضاً على نسبة من بقايا المبيدات الكلورينية وخاصة الـ د.د.ت ومشابهاته ونواتج هدمه واللندين وسادس كلوريد النيترين والأندرين وبعض المركبات الفوسفورية.

كما استخدم البحر الأبيض (الذى يعتبر شبه بحيرة مغلقة يتجدد ماؤها كل ٨٠ - ١٠٠ سنة) مدفنا للنفايات الخطرة وفى مقدمتها المبيدات غير المستعملة أو نفايات مصانع المبيدات.

وبرغم وجود اتفاق بين دول البحر الأبيض المتوسط على إيقاف تلويث هذا البحرفان هناك ملوثات تصل الي هذا البحر دون تدخل الإنسان ؛ وهى رشح الأراضى الزراعية أو تساقط مياه الأمطار التى تحتوى على بقايا المبيدات.

ويعتبر البحر الأبيض مثالا لتلوث البحار التى تتلوث بطريق مباشر أو غير مباشر ببقايا المبيدات التى تصل إليه - عادة - بوسائل مختلفة ، وتتسبب بطريق مباشر أو غير مباشر فى التأثير على الهائمات النباتية والحيوانية الموجودة والمسئولة عن الحياة فيه .

وتلعب بقايا المبيدات دوراً هاماً فى تلويث لحوم الأسماك الموجودة فى البحار ، ولا يوجد – علىّ سبيل المثال – كائن حى فى البحر الأبيض المتوسط حالياً لا يحتوى جسمه على بقايا الـ د.د.ت، أو أحد مشابهاته . وتلعب هذه البقايا دوراً هاماً فى التأثير على فسيولوجيا هذه الكائنات ، وكذا على تكاثرها و وراثتها.

تلوث المحيطات

برغم عدم اتصال المحيطات مباشرة بالأراضى الزراعية فان جميع البحوث التى تناولت تلوث هذه المحيطات أوضحت أن المحيطات وكذا هائماتها النباتية والحيوانية قد احتوت على بقايا المبيدات .

وتتلوث المحيطات عموماً عن طريق وسائل مختلفة ؛ أهمها التلوث عن طريق مياه الأمطار التى تقوم بحمل كميات من بقايا المبيدات إلى هذه المحيطات . كما أن نواتج صرف بعض المصادر المائية – مثل الأنهار والمصارف – قد تلعب دوراً هاماً فى تلويث هذه المصادر من المياه. ونظراً لكبر المحيطات وكبر حجم محتوياتها من المياه فإنه لايمكن رصد إلا تركيزات طفيفة من بقايا تدخل فى نطاق الآثار؛ وبالتالى فأسماك المحيطات أقل

الأسماك تلوثاً على مستوى العالم.

التلوث بالنترات

ظاهرة التلوث بمركبات النترات ظاهرة حديثة لم تحظ بالعناية اللازمة فيما مضى، على الرغم من أن مركبات النترات ليس لها أثر مباشر فى كل من الإنسان والحيوان، إلا أن الآثار الجانبية المترتبة على وجودها فى ماء الشرب أو فى طعام الإنسان تمثل خطورة كبيرة على الصحة العامة، خصوصاً عندما يزداد تركيزها على حدود معينة؛ حيث تنص إحدى وثائق منظمة الصحة العالمية علي أنه يجب ألا تزيد نسبة أملاح النترات فى اللتر الواحد علي ملليجرام واحد ، ولو زادت علي هذا الحد لأدت إلى تغيرات معينة فى الدم خاصة مادة «الهيموجلوبين» التى تعطى الدم اللون الأحمر، كما أنها المادة الأساسية لحمل الأكسجين فى الدم.

وقد اعتاد كثيرون استخدام كميات كبيرة من النترات لزيادة خصوبة التربة؛ ويعنى هذا أن القدر الزائد منها يكون عرضة لحمله مع مياه الرى ومياه الأمطار إلى المياه الجوفيه، ومنها تتسرب إلى الأنهار والبحيرات.

ونظرا لأن الجزء الأكبر من مياه الرى يتسرب إلى المياه

الجوفية فى باطن الأرض فان التركيز الحقيقى للنترات يكون فى هذه المياه الجوفيه، ومايتصل بها من مختلف المجارى المائية .

وقد لوحظ أن تركيز مركبات النترات فى بعض المجارى المائية يزداد يوما بعد يوم، وأوشكت بعض البحيرات أن تفقد صلاحيتها لأخذمياه الشرب منها، كما أصبحت معرضة لظاهرة التشبع الغذائى. فمركبات النترات تشترك مع مركبات الفوسفات فى المساعدة على تحويل مثل هذه البحيرات إلى مستنقعات.

ولاتوجد النترات فى التربة الزراعية، أو فى مياه المجارى المائية فقط، ولكنها قد تتجمع فى أنسجة بعض النباتات، وبذلك تصل النترات إلى الإنسان عن طريق مياه الشرب، وعن طريق بعض مايتغذى بَه من نباتات وخضروات . وتنشأ خطورة النترات من أن تناول الإنسان أو الحيوان لمياه بها كمية من النترات أكثر من المسموح بها يؤدي إلي أن تقوم البكتريا الموجودة بالجهاز الهضمى باختزال شق النترات إلى نيتريتات، وهذه الأخيرة يمتصها الدم، ويتحد النيتريت مع الهيموجلوبين، وبذلك تقل قدرته على حمل الأوكسچين . ويعرف المرض الذى يتسبب عن ذلك باسم (الأطفال الزرقاء) أو (زرقة الأطفال) «Blue Baby» .وقد يؤدى إلى وفاة

الأطفال الرضع ونفوق الحيوانات الصغيرة. وتنشأ هذه الظاهرة فى المناطق التى تعتمد على المياه الجوفية كمصدر رئيسى للشرب ؛ حيث تحتوى على نسبة عالية من النترات.

وقد حدث فى الولايات المتحدة الأمريكية خلال الفترة من ١٩٤٧ - ١٩٥٥ أن مرضت كثير من الحيوانات الصغيرة ، ومات بعضها بعد أن شربت مياه الآبار المحتوية على النترات . وقد سجلت ولاية مينيسوتا وحدها ١٣٩ أصابة؛ من بينها ١٥ حالة وفاة.

التلوث بأملاح الفلور

يستخدم الفلور فى تنقية مياه الشرب ؛ويضاف الفلور إلى الماء فى صورة ملح فلوريد الصوديوم.

وإذا ماقلت نسبة الفلور فى مياه الشرب فان ذلك يؤدى إلى تسوس الأسنان وفقدانها، والنسبة المثالية هى ملليجرام واحد لكل مترمكعب مياه.

وفى الوقت نفسه إذا ماارتفعت نسبة الفلور فى مياه الشرب فان ذلك يؤدى إلى تلف الأسنان وظهور بقع صفراء أو بنية أو مائلة

للاسمرار و خاصة علي جلد فى الأطفال. وتنتشر هذه الظاهرة فى المناطق التى تعتمد على المياه الجوفية العميقة كمصدر للشرب.

المعادن الثقيلة:

تبلغ كمية المياه التي يتم استخدامها من النيل للصناعة سنويا ٤١٢ مليون متر مكعب جدول (٩). وتقوم الصناعة أيضا فى مصر باستهلاك ١٠٨ مليون متر مكعب مياه جوفية ، و١١٨ مليون متر مكعب من الشبكات الأخري ؛ ليصل ما تستهلكه الصناعة من المياه العذبة ٦٣٨ مليون متر مكعب.

جدول (٩): استهلاك القطاع الصناعي من المياه في مصر .

المحافظة	نيل	جوفي	شبكات اخري	جملة
بالمليون متر مكعب سنويا عام ١٩٨٩				
القاهرة	٨٤	٣٧	٤١	١٦٢
الإسكندرية	٣٦	٢٢	٥٢	١١٠
الوجه البحري	١٠٤٫٨	٢٦٫٥	١٥٫٤	١٤٦٫٧
الوجه القبلي	١٨٣٫٥	٢٢٫٣	٦٫١	٢١١٫٩
باقي المحافظات	٣٫٧	٢٫٠	٣٫٥	٧٫٤

والطريف أن هذه المصانع تقوم بصرف ٣١٢ مليون متر مكعب من مياه الصرف الصناعى فى النيل والترع ، جدول (١٠)، بينما تصرف ١١٧ مليون متر مكعب علي المصارف ،و ٧١ مليون متر مكعب علي المجاري ، والباقي صرف مباشر على المياه الجوفية والبحيرات . ويبلغ مقداره ٤٨ مليون متر مكعب. وبالتالي تبلغ كميات مياه الصرف الصناعى التى تصرف على المصادر المائية ٥٤٩ مليون متر مكعب سنويا.

جدول (١٠): حجوم ومواقع ونوع مياه الصرف الصناعي .

الاقليم	عدد	اجمالي	نقاط الصرف (مليون م٣)			
	الوحدات	الصرف	نيل	مصارف	مجاري	بحيرات
القاهرة	١٢٦	١٢٧	٨٠	٢١	٢٠	٦ر٥
إسكندرية	٨٥	٨٨	١٣	٧	٣٣	٣٤ر٧
وجه بحري	٦٠	١٢٥	٢٧	٨٤	١٢	١
وجه قبلي	٣٥	٢٠٤	١٩٢	٥	٢	٥
محافظات القناه	٢٤	٤ر٥	-	٢ر	٣ر٣	١
الاجمالي	٣٣٠	٥٤٩	٣١٢	١١٧ر٧	٧١ر١	٤٨ر٢
النسب ٪		٪١٠٠	٪٥٧	٪٢١	٪١٣	٪٩

وتبلغ كمية المعادن الثقيلة التي تصل يوميا إلى المصادر المائية من الصرف الصناعى فقط بالقاهرة ٧٥،. طنا فى اليوم ؛ أى ٢٧٣ طن عناصر ثقيلة سنويا. كما تصرف هذه المصانع في مدينة القاهرة وحدها ٩٣ طن شحوم ، و ٩٧ طن مواد عالقة يوميا.

هذا ويتم - عادة - خلط مياه الرى ب ١١ مليار متر مكعب من مياه الصرف الزراعى ؛ التي عادة ماتحتوى على تركيزات عالية من الأملاح والعناصر الثقيلة وبقايا المبيدات.

كما يتم خلط مياه الرى بنصف مليار متر مكعب من مياه المجاري دون معالجة . ولا يخفي ما تحويه هذه المياه من ميكروبات وأمراض وطفيليات ومواد كيماوية .

وتلوث هذه المعادن الثقيلة مياه الشرب بنسبة تفوق الحدالأقصى المسموح به طبقا لنشرات منظمة الصحة العالمية . وتؤدى هذه المعادن إلى حدوث مايسمى بالتسمم المعدنى . ومن أشد هذه المعادن خطورة: الرصاص ، الزئبق، والكادميوم ، والزرنيخ ؛ فمثلا إذا ماارتفعت نسبة الرصاص عن ١ , ٠

مليجرام/لتر فى مياه الشرب أدى ذلك إلى مايسمى بالتسمم بالرصاص ؛الذى من أهم أعراضه:

١ - تكسير الكرات الدموية الحمراء.

٢ - ظهور خط أزرق مائل للسواد داخل نسيج اللثة.

٣ - قلة نسبة الهيموجلوبين بالدم وحدوث أنيميا.

٤ - الإصابة بمغص معوى قد يسبقه قىء واضطرابات عصبية قد تؤدى إلى شلل بالأطراف.

٥ - فى الحالات الشديدة قد يصاب الفرد بالصرع مع تشنجات عصبية شاملة والدخول فى غيبوبة.

وقد أثبتت الدراسات البيولوچية المتعددة أن الرصاص يؤدى إلى انخفاض مستوى الذكاء والقدرة على الإدراك، كما يسهم فى إيقاف كثير من العمليات الإنزيمية الهامة ؛ مؤدياً إلى اضطرابات فسيولوچية كبيرة، كما يؤدى وجود الرصاص فى الدم إلى إعاقة طرد حمض البوليك ؛ مما يعرضه للإصابة بمرض النقرس. كما أن للرصاص تأثيرا ضارا على جهاز التكاثر.

وتنتشر ظاهرة «نقص وزن الأجنة» ؛ حيث الغالبية من

الأطفـال الحـديثى الولادة يكونون أقل من الوزن الطبـيـعى بنسب متفاوتة ؛ وقد يعود السبب فى ذلك إلى زيادة نسبة الرصاص التى تتعرض لها السيدات قبل وأثناء الحمل ؛لما للرصاص من تأثير تراكمى فى أنسجة الجسم.

ويأتى الرصاص إلى الميـاه من المواسير المصنعة من نفس المعدن ، بغض النظر عن مركبات الرصاص التى تلوث الميـاه من مصادر أخرى.

مركبات السيانيد

إذا ماوصلت هذه المركبات إلى مياه الشرب فإنها تتسبب فى الموت السريع لمن يشرب تلك المياه ؛ حيث إن الفعل الحقيقى لتلك المركبات هو إحباط عمليات الأكسدة فى خلايا الجسم . ونتيجة لذلك تقل كمية الأوكسچين فى النسيج ؛ وعليه يحدث اختلال فى العمليات الفسيولوچية التى تؤدى إلى الموت.

التسمم بالكادميوم Cadmium

قد يتسرب الكادميوم إلى المياه إثر استعمال المواسير والتوصيلات المصنوعة من البلاستيك ، كما يتسرب الكادميوم مع

الفضلات الصناعية إلى المياه فى المسطحات المائية المختلفة.

وفى بعض الحالات يحدث تورم بالرئتين وصعوبة بالغة فى التنفس ؛ مما يؤدى إلى الاختناق والموت. ،يسبب مرضا خطيراً لم يسمع عنه فى العصور الماضية ؛ وهو مرض الإيتاى إيتاى (Eti - Eti) الذى يؤدى إلى تلف العظام وتكسيرها ؛ مما يؤثر على الطول الطبيعى للكائن الحى، كما يتلف أيضاً الكليتين ،وقد يؤدى إلى فشل فى وظيفتهما Hypertension due to Kidney malfunction.

الحديد

يؤدى عنصر الحديد الزائد فى المياه إلى عسر الهضم والإصابة بالإمساك ، كما يؤدى أكسيد الحديد والمنجنيز إلى تلون المياه بلون الأحمر والأسمر أو البنى ؛ مما يجعلها منفرة وغير صالحة للاستخدام الآدمى. وتؤدى أملاح الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم المتزايدة إلى جعل طعم المياه غير مقبول. كما أنها تسبب عسر المياه وتلويثها ؛ مما يجعل المياه غير صالحة للشرب.

الأسبستس (الحديد الصخرى)

عبارة عن خليط السليكات الليفية يغلب عليها سليكات المغنسيوم - منذ عام ١٩٥٥ - وشركة المناجم الإحتياطية بولاية منسوتا الأمريكية تدير مصنعا لصهر خام الحديد على الشاطئ الشمالى لبحيرة (سوبير يور)(Superior Lake) ؛ تلك البحيرة التى تعتبر أكبر مصدر للماء العذب فى الولاية ؛ فكانت الشركة تلقى بنفاياتها مباشرة فى البحيرة . وقد أثبتت التحاليل أن الماء فى جميع أنحاد البحيرة يحتوى على ألياف الأسبستس الدقيقة التى ثبت فعلها السرطانى Cancenogenic للإنسان .

التسمم بالزرنيخ Toxicity of Arsenic

قد تصل بعض مركبات الزرنيخ - خاصة الداخلة فى تركيب كثير من المبيدات الحشرية - إلى ماء الشرب وذلك عن طريق الخطأ . وهذه المركبات شديدة السمية ، وقد تؤدى إلى الموت.

وعند وصول بعض مركبات الزرنيخ إلى الدم فانها تؤدى إلى تكسير الكرات الدموية الحمراء مسببة أنيميا «فقر دم» واصفرار الجسم.

ومن الأمثلة الشهيرة لتلوث الماء بالمعادن الثقيلة حادثة البرازيل سنة ١٩٨٢؛ فقد تسربت أوحال سامة كانت درجة تركيز الفلزات الثقيلة فيها عالية ، ونتجت من تصفية وتنقية خام الزنك المخزون منذ مايقرب من عامين فى بحيرة ضحلة مكشوفة اكثر من عام كامل نتيجة انهيار أحد سدود منطقة التخزين ؛ هذا حيث كان لهذه الحادثة تأثير فظيع على مياه نهرين رئيسين هنالك،إذ إن تركيزات الفلزات الثقلية - وخاصة الكادميوم والرصاص - تجاوزت بنسبة كبيره .. المعايير النوعية الموصى بها فى مجال التزويد بالماء. ذلك أن شربة المياه الملوثة بالكادميوم Cadmium والرصاص Lead قد .. يثير السرطان فى الأبدان ، كما تسبب للناس اضطرابات عصبية هذيانية وارتفاعا فى ضغط الدم.كما كان هناك تأثير على الأسماك؛ فقد ماتت مئات الآلاف بسبب تأثرها بالكاديوم والرصاص.

الزئبق

يعتبر الزئبق ممثلا للفلزات الثقيلة، وهو أكثرها انتشاراً وأشدها سمية. وعندما يتسرب بعض هذه الفلزات أو مركباتها مع مياه الصرف الصناعى إلى مياه الأنهار والبحيرات، فانها تسبب

كثيرا من الأضرار لمختلف أنواع الكائنات التى تستخدم هذه المياه.

وقـد لوحظت مـشكلة التلوث بالزئبق فى سـويسـرا سنة ١٩٧٠م، فقد اكتشف أن بحيرة «ليمان» Leman تحتـوي على تركيزات غير عادية من فلز الزئبق Metalic Mercury .وقد تبين من التحاليل الدقيقة التى أجريت على مياه هذه البحيرة أن فلز الزئبق يتركز بصفة خاصة فى المواد العالقة، وبعض الجسيمات التي ترد إلى ماء البحيرة مع مياه نهر الرون. وقد اتضح فيما بعد أن السبب الرئيسى - فى تلوث مياه هذه البحيرة بالزئبق - يرجع إلى أن بعض المصانع الكيميائية المقامة على شاطئ نهر الرون Rhone River تلقى بمخلفاتها المحتوية على هذا الفلز فى مياه النهر الذى ينتهى به المطاف إلى هذه البحيرة .

وقد اتضح أن أجسام الأسماك التى تعيش فى بحيرة ليمان تحتوى على نسبة عالية من الزئبق تفوق النسبة المسموح بها دولياً، وفى هذا خطر كبير على صحة الأفراد الذين يأكلون هذه الأسماك، وقد يصابون بالتسمم بالزئبق فى نهاية الأمر.

وقد قامت هيئة الصحة العالمية بتحديد الحد الأقصى لكمية الزئبق التى قد تدخل إلى جسم الإنسان ، والتى يجب ألا تزيد

عليها لأى سبب من الأسباب، بما لايزيد على ٣, ٠ ملليجراما من هذا الفلز فى الأسبوع.

ويتبين لنا من ذلك أن جميع الأسماك التى تعيش فى المجارى المائيـة الملوثة بمثل هذه الفلزات الثـقـيلة، تصبح سـامـة لاتصلح للاستهلاك مهما كانت ضآلة كمية هذه الفلزات الموجودة فى المياه، وذلك لأن عـملية تركيـز هذه الفلزات فى أجسـام الكائنات الحيـة عـمليـة مسـتـمرة، وتأخذ مجراها الطبـيـعى أثناء دورة الغـذاء الطبـيـعـيـة، ومن النبـات إلى القـشـريات، إلى الأسـمـاك ، إلى الطيور، وأخيراً إلى الإنسان.

وقد أثار اكـتشـاف الزئبق فى أجسـام الأسـمـاك فى بحيـرة «سانت كلير» St. Claire Lake عام ١٩٦٩ اهتمام علماء كل من كندا، والولايات المتحدة، ولفت أنظارهم إلى القيـام بحملة قومية لتحليل مياه البحيرات الكثيرة المنتشرة فى كل من البلدين ضد الخطر الناشئ عن تلوث الميـاه بهـذه الفلزات الثـقـيلة وخـاصـة فلز الزئبق، فقد قامت الحكومتان بمنع صيد الأسماك فى هذه البحيرات، كما منعت مزاولة الرياضات المائية بها حرصا على حياة الإنسان، حيث تبين وجود مـايقـرب من ٢٠٠ ألف طن من الزئبق فى جنوبى

غربى أونتوريو (Southwestern Ontario) خلال العشرين عاما الماضية.

وقد أحدثت النتائج التى توصلت إليها هذه الحملة ضجة شديدة فى الولايات المتحدة، وأثارت الشك فى كثير من أنواع الأسماك المعلبة الناتجة من هذه البحيرات، ولذلك قامت السلطات الصحية هناك بتحليل كثير من هذه المعلبات، وتم اكتشاف آثار من الزئبق فى بعض أسماك التونة المعلبة (Canned tuna) وأسماك «أبو سيف» (Sword Fish). وقامت هذه السلطات بسحب هذه المعلبات الملوثة من السوق، ولكن مؤخرا أعلنت الحكومة أن ٩٧٪ من هذه المعلبات صالحة ومأمونة للأكل.

وحتى المناطق المنعزلة والبعيدة عن العمران (مثل المناطق القطبية) تعانى من التلوث الكيميائى برغم بعدها عن مصادر التلوث. ومثال ذلك أن كلا من الدب القطبى وطائر البنجوين قد وجد بأجسامهما نسبة ملحوظة من فلز الزئبق ، وقد فسرت هذه الظاهرة على أساس سلسلة الغذاء (Food chain) ؛فقد يقوم طحلب بامتصاص فلز الزئبق من الماء،ثم تتغذى إحدى القشريات بعشرات من هذا الطحلب ، ثم تتغذى الأسماك بمئات من هذه

القشريات، وفى نهاية هذه السلسلة يتغذى الدب القطبى أو طائر البنجوين بعشرات من هذه الأسماك الملوثة، ويصحب كل ذلك فى تركيز الزئبق فى كل حلقة من حلقات هذه السلسلة؛ ويبدو هذا التركيز بوضوح فى أجسام الحيوانات التى تقع فى نهاية السلسلة ؛ حيث وجد نسبة تركيز عالية من فلز الزئبق فى الحيوانات بالقرب من بحيرة ميشجان (Michigan) بأمريكا.

ويتسبب التسمم بالزئبق فى حدوث أعراض شتى ؛ فهو يؤدى إلى الإحساس بالصداع وبالدوار، ويسبب الشعور بالتعب والإرهاق فى حالات التسمم الخفيفة ،بينما يؤدى إلى تلف الكلى، وإلى حدوث اضطرابات شديدة فى الجهاز الهضمى فى حالات التسمم الشديدة، ثم ينتهى الأمر بالوفاة.

وقد يؤدى أيضا إلى حالات من العمى blindness، وشلل فى الأطراف والجسم ، واختلال فى المخbrain damage .

التلوث بالمواد المشعة

يتوزع الإشعاع النووى المتسرب من حادث فى محطة نووية بشكل واسع فى الجو ، ويصل إلى المياه الطبيعية العذبة والمالحة

من خلال الأمطار . وقد تصل المواد المشعة الناتجة من التجارب أو الحوداث النووية إلى المياه عن طريق تشتت بعضها من خلال الدورة المائية.

وتجدر الإشارة إلى أن مياه الشرب الماخوذة مباشرة من مياه البحيرات والسدود السطحية لاتخضع للتلوث الإشعاعى ؛ لأن كمية المياه تكون كبيرة يتلوث سطحها فى البداية والمياه المستجرة للشرب تكون من الأعماق.

وتلعب عمليات المعالجة الكيميائية والترشيح - التى تتم عادة للمياه الخام - دوراً فى حجز المواد العكرة الحاملة للنويات المشعة الملتصقة بها. وفى حالة استجرار مياه الشرب عن طريق إغناء مستوى المياه الجوفية القريبة من الأنهار، وبعد ذلك ضخها عن طري قالآبار (آبار جوفية بشكل غير مباشر)، فإن هذه المياه ستكون محمية من التلوث ؛ لأن عملية الترشيح التى تتم لهذه المياه فى طبقات الأرض ستخفض مواد التلوث المشعة المحتمل وصولها إلى النهر فى الحالة الطبيعية.

وتعتبر المياه الجوفية هى المياه الأكثر أماناً من التلوث الإشعاعى ؛ لأن المواد المشعة فى البداية تثبت على الطبقة العليا

من الأرض، بينما تخضع المياه المغذية لعمليات الترشيح داخل الطبقات الأرضية .

وتعتبر العناصر المشعة الطبيعية أو الاصطناعية من الملوثات السامة لمياه الشرب. وقد حددت مواصفات دولية ينبغي تحقيقها لضمان سلامة هذه المياه من الملوثات العضوية والمعدنية والحيوية - الجرثومية ، إضافة إلى وجود مواصفات دولية معتمدة تحدد قيم التراكيز الأعظمية المسموح بها لمختلف العناصر المشعة فى مياه الشرب.

وعلى وجه العموم ينصح-فى حالة أخذ مياه الشرب الخام من مصادر مائية غير محمية أو من مصادر مياه سطحية مباشرة - بالمراقبة المستمرة لهذه المياه من خلال القياسات الإشعاعية الدائمة ؛ لتحديد نوعية مواد التلوث المشعة ، ومعرفة معدل الجرعة المشعة ومدى تأثيرها أو درجة سميتها ، وقدرتها على الحركة فى مكامن المياه الجوفية.

يتم التلوث بالإشعاع النووى منذ البداية على سطح الأرض وعلى عدة ميلليمترات، وتختزل مع الوقت من خلال تبعثر النظائر المشعة القصيرة الأمد . ومن خلال غسلها مع مياه الشرب الجوفية،

طالما أنه لم يتم الربط المستقر والكافى فى المواد العضوية. ومثل هذا الربط يكون بشكل عام ذا ثبات مهم.

وكما سبق ذكره بالنسبة لمياه الشرب، ليس هناك مايقلق ؛ لأن البيئة الطبيعية تلعب دورها فى الحماية ؛ وهذا يعنى عدم تلوث مياه الشرب بالمواد المشعة ، ولكن بالمقابل فالأمطار الهاطلة توصل التلوث الإشعاعى ؛ إما مباشرة إلى الأراضى الزراعية والمروج ، وإما إلى الحمأة المنشطة المترسبة الناتجة من وحدات معالجة مياه الصرف فى مكان التلوث الإشعاعى . ومثل هذه الحمأة تستخدم- عادة - كسماد للأراض الزراعية ؛وذلك بعد معالجتها حسب نوعية المادة المزروعة وفترة التسميد.

الباب الخامس

المشاكل البيئية الناجمة عن لتلوث بالنفايات السائلة

LIQUID WASTES

تتزايد كميات النفايات السائلة المتولدة عن مختلف الأنشطة في مصر من عام إلي عام بمعدلات مرتفعة وذلك من جراء زيادة كميات المياه المستهلكة علي المستوي القومي ؛ نتيجة لارتفاع مستوي المعيشة والتحضر وزيادة الوعي الصحي ، إلي جانب إمداد القري المصرية بمياه الشرب . وقد أدي ذلك إلي زيادة التصرفات التي يجري التخلص منها ؛ إما في :

- الشبكات العمومية للصرف الصحي ، ومنها إلي محطات المعالجة .
- نهر النيل والترع .
- المصارف الزراعية .
- الأراضي .

- البحار والبحيرات .

ولم يقتصر أثر التغيرات الاجتماعية والسلوكية في المجتمع المصري وزيادة الأنشطة التنموية الصناعية والزراعية والعمرانية علي زيادة الكم المتولد من النفايات السائلة ، بل امتد ذلك إلي نوعيتها ، وهو ما تعكسه نتائج التحاليل الكيميائية والفيزيائية والإحيائية للنفايات السائلة .

وفي مصر يتم جمع وصرف النفايات السائلة للصرف الصحي والصناعي في شبكة واحدة ، تنتهي - عادة - إلي محطات المعالجة ، وعلي الرغم من أن مياه الصرف الصناعي ما زالت تتسم بدرجة من الجودة مقارنة بمثيلاتها في الدول الصناعية المتقدمة ، بيد أن الأسلوب الأمثل المطلوب هو معالجة هذه النوعية من المياه داخل المصانع في أماكن تولدها وقبل صرفها إلي شبكات المجاري العمومية .

تتميز نفايات الصرف الصحي بارتفاع أحمالها العضوية والميكروبية والطفيلية والتي لكثير منها القدرة علي البقاء حية في البيئة لفترات طويلة ؛ حيث تمرض كل من يتعرض لها . وتحتوي مياه الصرف الصحي كذلك علي تركيزات مرتفعة من بعض العناصر الصغري والثقيلة إلي جانب الأزوت النتراني .

وتتصف النفايات الصناعية السائلة - أساساً -باحتوائها علي كم يعتد به من المواد الكيماوية والعناصر السامة والضارة ، التي تتباين طبقاً لنوعية الصناعة التي تولدت عنها . ولا يوصي باعادة استخدام هذه النوعية من المياه إلا في إطار محتواها من العناصر الضارة في المدي الذي تسمح به المعايير والمحددات التكنولوجية والعلمية لإعادة استخدام المياه ؛ حيث إن علاج الضرر البيئي الناشيء عن تراكم مثل هذه المواد مازال من الأمور العسيرة تكنولوجياً .

وتتميز مياه التبريد المتولدة عن بعض الصناعات أو الناتجة من محطات توليد الطاقة بجودة نوعيتها . وبعدم احتوائها علي مواد سامة أو ضارة ، إلا أنها تمثل أحد مصادر التلوث الحراري للبيئة المنصرفة إليها ، وتعتبر سبباً هاماً لتكاثر الممرضات في البيئة المائية ، وخاصة عند مواقع الصرف . وهي تؤدي كذلك إلي تدني القدرة علي التنقية الذاتية للمجاري المائية المنصرفة إليها ؛بسبب انخفاض تركيز الأوكسجين اللازم لأكسدة الأحمال العضوية .

أما مياه الصرف الزراعي فتتميز بارتفاع حملها من الأملاح المغسولة من التربة ، وباحتوائها علي بقايا الأسمدة المعدنية ، وخاصة الأزوتية وبقايا المبيدات المستخدمة في مقاومة الآفات

الزراعية ، وهي في العادة مركبات سامة يتوقف ضررها علي درجة سميتها وأثرها المتبقي في البيئة .

إن صلاحية نوعية معينة من المياه للاستخدام في غرض من الأغراض لا يعني صلاحيتها المطلقة للاستخدام في الأغراض الأخري ، بل إن نجاح هذا النوع من الاستخدام يرتبط دائماً بالغرض الذي تستغل فيه هذه النوعية من المياه ؛ لذلك يجب تقييم ، وتحديد النوعيات المختلفة للاستخدام ، وتحديد خواصها وفقاً للمعايير المحددة .

فقد أظهرت التحاليل مؤخراً احتواء مياه الصرف علي مكونات عضوية ومعدنية لها آثار سلبية علي البيئة بصفة عامة ، وعلي مواقع تواجدها وتصرفها بصفة خاصة . وقد تأكد ذلك في النفايات الصناعية والزراعية والصحية التي تغيرت أحمالها العضوية التقليدية وزادت محتوياتها من الزيوت والشحوم والمنظفات الصناعية ، كما امتد التغير كذلك إلي الحمل الميكروبي من جراء انتشار المستشفيات واتصالها بشبكات الصرف العمومية .

ولا مراء في أن طبيعة ونوعية النفايات السائلة تتباين بدرجة كبيرة وفقاً لمصادر تولدها ، والتي يمكن حصر أهمها فيما يلي :

- النفايات السائلة المتولدة عن الصرف الصحي .

- النفايات السائلة المتولدة عن الصرف الصناعي .
- مياه الصرف الزراعي .
- مياه التبريد الصناعي .
- النفايات السائلة المتولدة من الأنشطة الاقتصادية الأخري (مدارس - مستشفيات - معامل ... إلخ) .

وتتعدد مجالات إعادة استخدام هذه النوعيات المختلفة من المياه ؛ وفقاً لطبيعتها ،ودرجة المعالجة التي يتطلبها الاستخدام الجديد ، والتكلفة الاقتصادية لتنقيتها إلي المستوي الذي يسمح بإعادة استخدامها في :

- الري .
- الأنشطة الصناعية .
- استصلاح الأراضي .
- المزارع السمكية .

وما من شك في أن النفايات السائلة تمثل مصدراً لا يستهان به يمكن استغلاله في كثير من الأنشطة ، كما أن هذا الاستغلال يؤدي حتماً إلي التصرف المأمون لهذه النفايات ،وخفض العبء الواقع علي شبكات المجاري والمياه . بيد أن إعادة استخدام المياه ، يخضع لمعايير خاصة تتنوع وفقاً للأسلوب المزمع استغلال المياه فيه .

وتعتبر الزراعة المجال الأوسع والمستفيد الأول من إعادة استخدام المياه ، سواء تلك المتولدة من مصادر زراعية مثل مياه الصرف الزراعي ، أم من مصادر الصرف الصناعي بشرط معالجتها إلي المعايير المناسبة ؛ و ذلك باستخدام تكنولوجيا مناسبة غير معقدة تكفل التأكد من خلوها من المواد السامة والضارة ، مع أخذ العامل الاقتصادي في الحسبان .

١-التلوث بمياه الصرف الصناعي

INDUSTRIAL LIQUID WASTES

تمثل المنشآت الصناعية المصرية التابعة لشركات وزارة الصناعة والثروة المعدنية - والتي تستخدم نهر النيل ومختلف المجاري المائية بمصر ، مثل الترع والجنابيات والمصارف الزراعية في صرف نفاياتها الصناعية السائلة - نسبة لا بأس بها من مجموع المنشآت الصناعية في مصر (٥٥٪) .ويتواجد عدد من هذه المنشآت الصناعية في مناطق تتمتع بشبكات للصرف الصحي (٣٣٪) والمنشآت الباقية تصرف نفاياتها علي السواحل الشمالية بالبحر الأبيض المتوسط والسواحل الشرقية بالبحر الأحمر .

ومع التقدم الملموس في تنفيذ مشروعات الصرف الصحي في

مختلف المدن فإن نحو ٥٠ مصنعا من هذه المصانع سوف تتصل بشبكات الصرف الصحي ؛مما يقلل من النسبة التي تستخدم من المجاري المائية حالياً إلي نحو ٣٣٪ .

ومن المخطط أن يتم الانتهاء من تنفيذ مشروع مجاري الاسكندرية لتستفيد به كل مصانع الاسكندرية ، كما أنه سيتم الانتهاء من كل مشروعات الصرف الصحي بالجيزة وشبرا الخيمة ومن مشروع التبين في عام ٢٠٠٠ . وفي كل هذه المشروعات سوف يتم إنشاء محطات معالجة بواسطة هيئة الصرف الصحي ، وسوف يتم توجيه المياه المنتقاة لاستزراع نحو ١٠٠ ألف فدان من الأراضي الصحراوية ، ويوجه الفائض عن حاجة الاستزراع إلي المصارف الزراعية بمعايير مطابقة للمطلوب بالقانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢ بشأن حماية نهر النيل والمجاري المائية من التلوث .

وتشير إحصاءات المنشآت الصناعية في مصر التابعة لشركات وزارة الصناعة والثروة المعدنية إلي أن هناك مجموعة من المصانع يصل عددها إلي نحو ٢٠ مصنعا لا يتولد عنها نفايات صناعية سائلة نظراً لطبيعة نشاطها ، ومجموعة أخري تقوم بصرف نفاياتها السائلة في المجاري المائية غير أنها تعتبر غير مسببة للتلوث ، ومجموعة ثالثة تصرف نفاياتها السائلة بالصحراء في

برك صناعيـة ذات أرضيـات عـازلة تحـول دون تسربهـا إلي الميـاه الجوفية ، ومجموعة رابعة تستخدم مياهها في مزارعها الخاصة لتنمية الأشجار . علاوة علي المجموعة التي تستخدم حالياً شبكات الصرف الصحي بالمدن وما حولها في التخلص من نفاياتها .

ولعل من المناسب الإشارة إلي أن خطة وزارة الصناعة والثروة المعدنية لمعالجة النفايات لا تشمل الصناعات التالية :

١ - المنشآت الصناعيـة للقطاع الخاص والمشترك وشركات الاستثمار والتي زاد عددها علي ١٥ ألف منشأة في عام ١٩٧٧ ، وتنتج نحو ٣٥٪ من جملة إنتاج مصر الصناعي .

٢ - المنشآت الصناعيـة التابعة لشركات الوزارات الأخري مثل وزارات الصحة (مصانع الأدوية وغيرها) ،والاقتصاد (مصانع تجفيف المنتجات الزراعيـة وحليج الأقطان وغيـرها) ،و التعمير (مصانع الأسمنت ومواد البناء وغيرها) .

٣- المنشآت الصناعيـة التي أنشأت بعد يونية عام ١٩٨٢ ؛ وهي تخضع للنص المذكور بقرار وزير الصناعة والثروة المعدنية رقم ٣٨٠ لسنة ١٩٨٢ بضرورة تركيب معدات منع التلوث في جميع المصانع المستحدثة بعد صدوره ، سواء أكانت تخضع لإشراف القطاع العام ،أم تتبع القطاع الخاص أو المشترك أو شركات

الاستثمار .

وتشمل خطة الوزارة معالجة نفايات ١٨٨ مصنعا طبقاً للأولويات الآتية :

أولوية أولي :المنشآت الصناعية القائمة التي تستخدم حالياً النيل والترع ؛ باستثناء تلك التي ستنتظر اتصالها بشبكات للصرف الصحي عام ٢٠٠٠ . ويبلغ العدد الإجمالي لهذه المصانع ٣٢ مصنعاً .

أولوية ثانية :المنشآت الصناعية القائمة التي تستخدم - حاليا - المصارف الزراعية ؛ باستثناء تلك التي ينتظر اتصالها بشبكات للصرف الصحي حتي عام ٢٠٠٠ . ويبلغ العدد الإجمالي لهذه المصانع ٥٣ مصنعاً .

أولوية ثالثة :المنشآت الصناعية المستثناة بالأولويتين الأولي والثانية المشار إليهما بالإضافة إلي المنشآت التي تستخدم حالياً شبكاتُ الصرف الصحي ؛ حيث يطبق علي هذه المصانع جميعها المعايير المذكورة بالقانون رقم ٩٣ لسنة ٦٢ ولائحته التنفيذية رقم ٦٤٩ لسنة ١٩٦٢ .

وتحتوي مياه الصرف الصناعي علي كثير من الملوثات

العضوية وغير العضوية التي تحول دون إعادة الاستخدام المأمون لها في الأغراض المختلفة . وتتباين نوعية مياه الصرف الصناعي من حيث محتواها من الملوثات ؛ طبقاً لنوعية الصناعة المتولدة عنها.

إن مياه الصرف الصناعي عادة ما تحتوي علي نسبة يعتد بها من الأحماض والزيوت والشحوم التي يلزم التخلص منها قبل التوصية باعادة الاستخدام .

ويقدر تقرير مجلس الشوري عن الموارد المائية واستخداماتها (١٩٩٠) كميات مياه الصرف الصناعي في مصر حالياً بحوالي ثلاثة أرباع مليار متر مكعب ، من المنتظر أن تتعدي المليارين في عام ٢٠٠٠ .

وبالنسبة للمياه التي تتولد عن محطات توليد القوي الكهربائية ومياه التبريد الصناعية ، فهي مياه تعتبر خالية من الملوثات العضوية وغير العضوية ، وتكاد تنحصر معالجتها - قبل إعادة الاستخدام - في غسل مياه الخزانات التي قد تحتوي علي نسبة عالية من الأحماض . وتقدر هذه الكمية من المياه في الوقت الراهن بنحو ملياري متر مكعب . ولا يحول دون إعادة استخدمها مباشرة سوي ارتفاع درجة حرارتها ؛ وهذا أمر يسهل التعامل معه تكنولوجياً .

٢-التلوث بمياه الصرف الصحي

SEWAGE LIQUID WASTES

يهييء استخدام مياه الصرف الصحي في الأغراض الزراعية وسيلة فريدة لتدوير عناصر غذاء النبات والمادة العضوية في التربة؛ مما يحسن من صفاتها الكيميائية ولفيزيائية والإحيائية ، ويرفع من درجة خصوبتها . وما إن تصل هذه المواد العضوية إلي التربة حتي تتناولها الكائنات الحية الدقيقة بالتحليل ، وتعيدها سيرتها الأولي علي صورة عناصر مغذية للنبات ومواد دبالية .

وتؤدي أسمدة المجاري «الحماة المخففة» نفس الدور بالنسبة لخواص التربة بيد أن تأثيرها كمحسن للتربة يفوق قيمتها كمخصب لها ؛ لأن محتواها من العناصر المغذية للنبات في صورة قابلة للامتصاص قليل نسبياً ، ويتطلب الأمر بعض الوقت حتي تتحلل وتنساب منها مثل هذه العناصر في صورة يمكن للمحاصيل النامية أن تمتصها .

وفي كل الأحوال فان استخدام مياه الصرف الصحي في الأغراض الزراعية علي المستوي القومي - لا شك - سيوفر مبالغ طائلة كانت تصرف في شراء المخصبات الكيميائية .

وفي الأونة الأخيرة أظهرت الممارسات العملية أن التصرف في مياه المجاري والحماة المجففة بالطرق التقليدية - مثل حفر الردم الصحي والترميد - يعتبر من الأمور الباهظة التكاليف في نطاق الأسعار الحالية ، إلي جانب أن هناك كثيرا من الشكوك المحيطة بصلاحيتها من النواحي البيئية (مثل الغازات المتولدة أثناء التكمير وعدم تيسر مساحات كافية لبناء حفر للردم الصحي . ولا يخفي علينا مدي الضرر والخسارة الناشئة من إهدار محتوي مياه الصرف الصحي والحمأة المجففة من العناصر المغذية للنبات . ولا مدي الفقد في المياه الناجم من عدم تزويد الخزانات الجوفية بهذه المياه بعد أن تستوفي المحاصيل احتياجاتها منها .

ويعتبر محتوي الحمأة من الأزوت هو العنصر الرئيسي المحدد لاستخدامها في الزراعة ؛ لأن إضافة محتوي عال من الأزوت إلي التربة ، يؤدي إلي زيادة كميات النترات التي تنساب إلي المياه الجوفية وتلوثها ؛ وبالتالي فمن الأهمية بمكان - عند وضع برامج استخدام الحمأة في الزراعة -أن تكون معدلات الإضافة في إطار الاحتياجات الغذائية للمحصول النامي.

والعامل الثاني المحدد لاستخدامات الحمأة في الزراعة هو محتواها من العناصر الثقيلة والكيماويات العضوية السامة . فعند

التركيزات المقبولة تكون العناصر المغذية الشحيحة (مثل الزنك والنحاس والكروم والموليبدنم) من العوامل الهامة في تغذية النبات والحيوان ، في حين تؤدي التركيزات العالية من الزنك والنحاس والرصاص والنيكل والكروم والكادميوم والموليبدنم والخارصين إلي تسمم النباتات والحيوانات.

ونظراً لأن معظم هذه العناصر المغذية الشحيحة تتواجد في صورة غير ميسرة داخل السلسلة الغذائية فان قدرها - بصفة عامة - أقل كثيراً من الكيماويات العضوية التي قد تحويها مياه الصرف الصحي والحمأة المجففة ،حيث تهتم حالياً كثير من البحوث -حاليا - بوضع ضوابط للمدي المأمون لتواجدها ، مع ربط هذا المدي بمعدلات الاستخدام.

وتقسم الحمأة إلي ثلاثة مستويات من حيث درجة الأمان في استخداماتها الزراعية. ويشمل المستوي الأول الحمأة الناتجة من نظم معالجة مياه صرف صحي خالية أو بها أقل القليل من مياه الصرف الصناعي . ويمكن استخدام هذه النوعية بأمان في زراعة أغلب المحاصيل ، ويكفي إجراء رصد سنوي للتربة قبل كل موسم .

ويشمل المستوي الثاني الحمأة الناتجة من نظم معالجة مياه صرف صحي بها مستوي متواضع إلي متوسط من مياه الصرف

الصناعي ، وهذه النوعية من الحمأة تستخدم فقط طبقاً لنتائج تحاليل التربة والحمأة ؛ للتعرف علي مستوي تجمع المعادن الضارة في البيئة .

ويشمل المستوي الثالث الحمأة الناتجة من نظم معالجة مياه صرف صحي مخلوطة بغزارة بمياه صرف صناعي . وقد يمكن في بعض الأحيان استخدام هذه النوعية من الحمأة في حالة احتياطات بيئية مشددة .

ومن الموصي به كذلك رصد دوري للمياه الجوفية في المناطق التي يزمع فيها استخدام هذه النوعية من الحمأة .

والعامل الثالث الرئيسي المحدد لاستخدام الحمأة ومياه الصرف الصحي في الأغراض الزراعية هو مدي تواجد الميكروبات المرضية بها . ويمكن التخلص من هذه الميكروبات خلال عمليات المعالجة (الهضم اللاهوائي ، التجفيف الهوائي ، الهضم الهوائي ، التكمير ، إضافة الجير) .

وفي أغلب الأحيان تقتل أشعة الشمس ما قد يتبقي من الميكروبات المرضية في الحمأة أثناء فرشها فوق سطح الأرض ، إلي جانب فعل التضاد بينها وبين ميكروبات التربة . وفي هذا الصدد فقد أظهرت البحوث التي أجريت في مزرعة الجبل الأخضر بالقاهرة

أن الميكروبات المعوية الموجودة في مياه المجاري - بالرغم مما سبق - استطاعت الحياة في التربة لمدة أكثر من شهر بعد الإضافة ؛ مما يوجب توخي الحذر من انتشار الأمراض المعدية .

وقد يري البعض أن مخاطر انتشار العدوي قليلة ، بيد أنه يجب الحيلولة دون تلامس مياه المجاري والحمأة مع الأجزاء التي تؤكل طازجة من الحاصلات الزراعية . وينصح بعدم زراعة المحاصيل الورقية والجذرية لمدة عام علي الأقل بعد تعرض التربة للري بمياه الصرف الصحي ، بعد ٣٠ عاماً بالنسبة لمحاصيل الرعي . ويجب إضافة الحمأة إلي التربة قبل الزراعة وحرثها بها قبل ٤٨ ساعة من البذر ، وقبل ٧ أيام بالنسبة لمحاصيل الرعي .

ويوصي بضبط رقم حموضة التربة عند مستوي ٦,٥ تقريب ؛ حتي تقلل بدرجة واضحة من انسياب العناصر الثقيلة ، المحتمل تواجدها في مياه الصرف الصحي والحمأة إلي السلسلة الغذائية . ويتناسب هذا المستوي من الحموضة - في الوقت نفسه - مع وجود عناصر غذاء المحاصيل في صورة ميسرة لامتصاصها من التربة. وتحدد معدلات الري بمياه الصرف الصحي في إطار متطلبات المحاصيل النامية من المياه والمغذيات ، مع مراعاة الحيطة حتي لا تتلوث المياه الجوفية .

وتحدد معدلات الحمأة في إطار محتواها في العناصر الثقيلة ، ومدي قدرة التربة والنبات علي إيجاد توازن بين محتوي وصور هذه العناصر ، مع مراعاة عدم تراكمها إلي المستوي الضار الذي يصعب علاجه .

ويحدد معدل إضافة الحمأة بصفة رئيسية ؛ طبقاً لمحتواها من الأزوت ، ومدي تيسره لامتصاص النبات . ولا يعتد في أغلب الأحيان بتركيز الفوسفور بالحمأة في هذا الصدد ، حيث إن الأزوت هو أكثر العناصر المغذية تغيراً قبل وبعد إضافته إلي التربة .

وعادة ما تحتوي الحمأة السائلة علي مستويات مرتفعة من الأزوت (علي صورة أمونيا) مقارنة بالحمأة المجففة . وعند إضافة الحمأة السائلة إلي سطح التربة (حتي ٦٠٪ رطوبة) فان الامونيا تنساب مباشرة إلي الهواء الجوي . في حين يؤدي حقن هذه الحمأة في التربة إلي دفع الأمونيا في مسامها ؛ مما يزيد من استفادة المحاصيل النامية بها .

وعند حساب كميات الأزوت الميسرة للنبات خلال العام الأول من إضافة الحمأة نجد أن حوالي ٢٠٪ من الأزوت الكلي قد استهلك خلال هذه الفترة . وبصفة عامة تتراوح معدلات معدنة الأزوت (تحول الأزوت العضوي في مياه الصرف الصحي ،والحمأة

إلي أزوت معدني) بين ٣ ٪ و ٤٢٪ خلال العام الأول من إضافة مياه الصرف الصحي والحمأة .

يبلغ تصرف مياه المجاري حالياً في القاهرة الكبري مليوني متر مكعب لا تتلقي العلاج الكامل لقصور عمليات التنقية ؛ إما لأنها تنقية جزئية (ترسيب ابتدائي) ، وأما لأن أحواض التنقية تتلقي ضعف سعتها التصميمية ؛ مما يؤدي إلي صرف مياه غير مطابقة لمعايير الصرف إلي المصارف ، وبعضها ينتهي إلي فرع رشيد .

ولا يجري استغلال مياه الصرف الصحي في ري واستزراع أراضي صحراوية إلا في مزرعة الجبل الأصفر في مساحة ثلاثة آلاف فدان ،٥٠٪ منها يروي بمياه معالجة بالترسيب الابتدائي والباقي يروي بمياه خام .

وتقدر كمية مياه الصرف الصحي التي سيجري معالجتها في القاهرة وحدها عام ٢٠٠٠ بأربعة ملايين متر مكعب ، ستجري إعادة استخدامها بعد التنقية الكاملة والتعقيم في ري واستصلاح ٤٠٠٠٠٠ (أربعمائة ألف فداناً) في المنطقة الصحراوية بطريق الإسماعيلية الصحراوي وفي أبو رواش وفي حلوان .

بينما يبلغ جملة التصرف حالياً في الإسكندرية نحو ٥٠٠

ألف متر مكعب يومياً ،كان يجري صرف معظمها بمصبات قصيرة في الشواطيء المختلفةللمدينة ، والباقي يصرف مباشرة بعد العلاج الابتدائي إلي المصارف التي تنتهي إلي بحيرة مريوط ، ثم أخيرا- بعد تنفيذ المشروع العاجل - يجري توجيه معظم التصرف إلي مصرف دايري المطار ، ومنه إلي مصرف القلعة الذي ينتهي إلي بحيرة مريوط . ولا تجري إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في ري واستصلاح أية أراض صحراوية ، وتقدر كمية مياه الصرف الصحي التي سيجري علاجها بمدينة الإسكندرية بحوالي مليون متر مكعب عام ٢٠٠٠ ، يمكن استخدامها في ري واستصلاح أكثر من ٨٠٠٠٠ فدان .

ويبلغ جملة مياه الصرف الصحي التي يجري تجميعها بشبكات الصرف الصحي في بقية المدن نحو ٢,٥ مليون متر مكعب يومياً ، وينتهي بعضها إلي عمليات تنقية : إما جزئية ، وإما بواسطة علاج إحيائي بمرشحات الزلط أو الحمأة المنشطة في أحواض ، تتلقي ما يزيد علي سعتها التصميمية ؛ مما يؤدي إلي صرف مياه غير مطابقة للمعايير إلي المصارف المختلفة . ولا تجري إعادة استغلال المياه في ري واستصلاح أية أراض صحراوية .

أما باقي كميات مياه الصرف الصحي - التي يمكن

استخدامها بعد تعميم شبكات الصرف الصحي وعمليات التنقية في باقي المناطق الحضرية والريفية عام ٢٠٠٠ - فتقدر بحوالي ٧,٥ مليون متر مكعب ؛ آخذين في الحسبان نقص معدلات الاستهلاك في القري والمجتمعات الأخري عن مثيلاتها بالقاهرة والإسكندرية . وهذه الكمية تكفي لري واستزراع حوالي مليون فدان أخري في المناطق الصحراوية المتاخمة للمدن التي سيجري مشروعات الصرف الصحي بها ؛ أي إن جملة مياه الصرف الصحي المتوقعة عام ٢٠٠٠ تزيد علي ١٢ مليون متر مكعب يحتوي من أملاح الأزوت علي حوالي ٥٠٠ طن من الأزوت .

ويتضح من ذلك أن أكثر من ٥ ملايين متر مكعب من مياه الصرف الصحي تصب في المصارف يوميا" دون أية تنقية ؛ مما يزيد من حدة التلوث . ولا تجري إعادة استخدام المياه إلا في مزرعة الجبل الأصفر التي أنشئت منذ أكثر من ستين سنة ، وتقع بالصحراء الشرقية علي بعد ٢٥ كيلو متر شمال شرقي المدينة. والمساحة الكلية التي تروي بمياه لصرف الصحي في هذه المزرعة حوالي ثلاثة آلاف فدان ،دون الأخذ في الحسبان معايير الصحة العامة للمواطن ،ودون أخذ المقومات البيئية في الحسبان ، مما أدي إلي انتشار كثير من الأمراض بين العاملين وذويهم في هذه

المزرعة ، ومما أدي إلي تراكمات للمعادن الثقيلة في الأراضي والثمار التي تنتجها المزرعة .

٣- التلوث بمياه الصرف الزراعي

لقد اتخذت أساليب المحافظة علي الماء مناهج شتي من التطور العلمي والتكنولوجيا ؛ منها إعادة استخدام مياه الصرف الصحي ، سواء بالري مباشرة ، أم باستعمالها بعد معالجتها أو بعد خلطها بالمياه العذبة ؛ للوصول بها إلي درجة الصلاحية المناسبة .

ولا تعتبر فكرة إعادة استخدام مياه الصرف والمياه المنخفضة الجودة بصفة عامة (المياه الجوفية ... إلخ) من الأفكار الجديدة علي التجربة المصرية في الزراعة والري ؛ فعلي سبيل المثال قام المهندس المصري بإعادة جميع مياه مصارف الوجه القبلي المكشوفة إلي نهر النيل ؛ حيث يفوق التصرف الكبير للنهر تصرف هذه المصارف بشكل واضح، ولم يؤد ذلك إلي زيادة تذكر في نسبة الأملاح في نهر النيل فقد أكدت الأبحاث والدراسات التي أجريت علي نوعية مياه النهر أن نسبة الأملاح الذائبة عند أسوان تتراوح بين ١٨٠ و ٢٠٠ جزء في المليون ، بينما تتراوح هذه النسبة عند القناطر الخيرية بين ٢٣٠ - ٢٥٠ جزءا في المليون ، في الوقت الذي أدي

فيه انسياب مياه المصارف إلي النهر إلي اكتساب ٣,٧ × (١٠)^{٩} م٣ من المياه سنوياً .

وقد كانت بعض التجارب الرائدة في الوجه القبلي (مثل استخدام مياه مصرف المحيط الغربي في تغذية بحر يوسف في الفترة بين فبراير ويوليو ، واستخدام مياه عديد من المصارف في الري مباشرة أو بخلطها بمياه الترع) خير دليل علي أن استخدام مياه المصارف هو أحد الحلول العملية لتدبير موارد إضافية .

كذلك قامت المؤسسة المصرية لاستغلال وتنمية الأرضي المستصلحة باستخدام مياه الصرف في استصلاح الأراضي ، وخصوصاً الأراضي الملحية والجيرية . وتوجد تجارب رائدة في هذا السبيل في منطقة صان الحجر بشرقي الدلتا في مساحة (١٦,٠٠٠) ستة عشر ألف فدان .

ونظراً لأن شبكة الري في دلتا نهر النيل تتكون من قنوات مكشوفة (بطول ٣٥,٠٠٠ كيلومتر) غير مبطنة فقد تسربت بعض هذه المياه إلي باطن الأرض ، ومنها إلي شبكة المصارف ،وربما تتسرب مباشرة إلي شبكة المصارف ؛ نتيجة عدم دقة التحكم فيها ، بالإضافة إلي الإسراف في استخدام المياه علي مستوي الحقل ؛ لذلك فان هذه العوامل - -مجتمعة أو متفرقة - تؤدي إلي

زيادة نسبة الفواقد من مياه الري ، وينتهي بهذه الفواقد إلي شبكات الصرف ، وينتج من ذلك أن يصل إجمالي كمية مياه الصرف إلي أكثر من ٤٥٪ من كميات مياه الري التي تمر خلال قناطر الدلتا خلال السنوات (١٩٦٠-١٩٨٢) .

ومن هنا فان إعادة استخدام مياه الصرف في مناطق الدلتا والفيوم تفرض نفسها علي الواقع المصري كمصدر أساسي من مصادر الثروة المائية ؛ وهي سياسة سبق أن اتبعتها عديد من البلاد؛ كالولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا، وباكستان ، وغيرها من الدول .

ومما لا شك فيه أن الري بمياه الصرف يختلف في طبيعته عن الري بالماء العذب ؛ حيث قد يؤدي تراكم الأملاح في التربة إلي الإضرار بمكوناتها وتدهور إنتاجيتها ؛ ومن هنا فان استخدام مثل هذه المياه يحتاج إلي عديد من الدراسات والأبحاث في مجالات تنظيم استخدام الأراضي والمياه ،وانتقاء التركيب المحصولي والدورة الزراعية الملائمة .

وقد بدأت وزارة الري في إجراء قياسات دورية لكميات ونوعيات المياه في مجموعة من النقط الثابتة علي محطات الصرف والمصارف ؛ بهدف استخدامها في ري ٢,٨ مليون فدان من

الأراضي المزمع استصلاحها حتي عام ٢٠٠٠ .

وقد أمكن تحديد مصادر مياه الصرف اللازمة لري مساحة حوالي ٧٥٠ ألف فدان موزعة علي مناطق شرق وغرب ووسط الدلتا وسيناء ، المقترح استصلاحها خلال سنوات الخطة ١٩٨٤-١٩٨٨ ، كما تم تدبير مياه الري العذبة اللازمة ؛ بناء علي نسبة الخلط التي تختلف حسب نوعية مياه الصرف .

الظروف الحاكمة لإعادة استخدام مياه الصرف الزراعي في الري

أصبحت إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي في أغراض الري واستصلاح أراضي جديدة في مصر ضرورة تفرضها الحاجة إلي تعظيم الإنتاج الزراعي رأسياً وأفقياً؛ لمجابهة الاحتياجات المضطردة للزيادة المستمرة في تعداد السكان .

والواقع أن هذا الاستخدام موجود فعلاً . وبدأ منذ سنوات عديدة بالقانون رقم ١٢ لسنة ١٩٨٤ . وقد حظرت المادة ٤٨ في القانون استخدام مياه الصرف في أغراض الري إلا بترخيص من وزارة الري طبقاً للشروط التي تحددها .

ولما كان المستهدف في المشروعات الزراعية أن تكفل إدارتها

الإنتاجية المتواصلة للأجيال المتعاقبة دون تدهور أو إهدار فلابد من أن ناخذ في قمة في الحسبان - نتائج الدراسات العديدة في مصر والعالم ، وكذلك الخبرة المكتسبة من تطبيق استخدام مياه غير عذبة في الري بالمناطق الجافة ، وكلها تشير إلي عدة حقائق ؛ أهمها ما يلي :

- إن الري المستمر (في غيبة كمية أمطار مؤثرة) يؤدي إلي تراكم الأملاح في المجال الجذري للنبات ، حتي لو كانت مياه الري عذبة ، ويتعجل الأثر تحت ظروف المناخ الجاف .

- درجة تركيز الأملاح الذائبة في محلول التربة حول جذور النبات أكبر بحوالي مرة ونصف قدر تركيزها في مياه الري المستخدمة .

- تحقيق زيادة مؤثرة في الإنتاج الزراعي بالمناطق الجافة تحت الري المستديم تبعا لمدي كفاءة شبكة الصرف وتطبيقات الري السليمة .

- تتميز بعض أنواع التربة بصفات تقلل من معدل تأثرها - وبالتالي تأثر النبات النامي عليها - بملوحة مياه الري . وتختلف النباتات من حيث تأثرها بملوحة التربة ، وكلها - أي المحاصيل الحقلية والبستانية - تعطي إنتاجاً أعلي إذا رويت بمياه غير

ملحية .

- تختلف المعاملات الزراعية - خصوصاً الري والتسميد - تحت الظروف المالحة عنها تحت الظروف الطبيعية غير المالحة .

- المعايير المطبقة في بلدان أو مناطق أخري يمكن الاسترشاد بها فقط ؛ ولكن يجب استنباط وتقنين معايير ملائمة تنبع من ظروفنا الموجودة في مصر .

- إن الأثر العكسي - لاستخدام المياه المالحة في الري علي التربة والنبات - أثر تدريجي لا يظهر إلا بعد عدة سنوات ، تطول أو تقصر تبعاً لما يتخذ من إجراءات سلمية للتحكم في خفض تراكم الأملاح ؛ بإضافة مقننات الغسيل ، وبالصرف الجيد تحت نظام الري السطحي .

- إن ما يبدو ظاهرياً من أن استخدام مياه الصرف حالياً في بعض المواقع يؤتي إنتاجاً طيباً يرجع إلي أن هذه المياه تحتوي علي نسب عالية من الأسمدة الأزوتية ؛ يقدرها البعض بحوالي ٤٠٪ من كمية الأسمدة الأزوتية المضافة .

- لقد انتهي تقريباً عصر استصلاح الأراضي لتناسب نوعاً معيناً من المحاصيل ،وأصبح الاتجاه السائد هو اختيار النباتات والمحاصيل التي تلائم مجموعة معينة من ظروف التربة والمياه

والمناخ .

وفي مصر توجد ظروف لابد من أخذها في الحسبان عند التخطيط لإعادة استخدام مياه الصرف عموماً في الري ؛ نذكر منها ما يلي :

- تزداد درجة الحرارة وتركيز الأملاح في مياه شبكة الري (خصوصاً في الدلتا) تدريجياً منذ أواخر الستينيات ؛ وذلك نتيجة لإجراءات تأمين متطلبات التنمية الزراعية من مياه الري ،وكذلك بسبب نفايات التوسع الصناعي والعمراني .

- لقد اختلطت مياه شبكتي الري والصرف خصوصاً في الدلتا حتي أصبحت واقعاً يصعب تعديله أو إلغاؤه في المدي القصير .

- مياه الصرف الحالية تختلط طبيعياً بنسب متفاوتة من مياه الري ؛ تبعاً لمدة حسن استخدام المزارعين لمياه شبكة الري .. وطبيعي أن تنفيذ مشروعات ضبط وإحكام توزيع مقننات الري سوف تغير من مياه المصارف الزراعية كماً ونوعاً في المستقبل .

- لم تعد صلاحية مياه الصرف مرتبطة فقط بمحتواها الملحي ، وإنما أيضاً بتركيزات المعادن الثقيلة الضارة ؛ نتيجة لتلوثها بنفايات الصرف الصناعي والصرف الصحي وبالمبيدات .

المشاكل التي تنجم عن إعادة استخدام مياه الصرف

من غير الممكن عملياً إعادة استخدام جميع مياه الصرف المتاحة . ويجب التخلص من جزء من هذه المياه بتركها تنساب إلي البحر أو البحيرات . ومن الواجب أن تستنبط خطة إعادة استخدام هذه المياه من خلال الميزان المائي والملحي المتكامل للمنطقة التي هي تحت الدراسة .

أظهرت الدراسات أن المعدل المتوسط لمياه الري عند القناطر هو ٦ مم/يوم ، في حين يبلغ متوسط مياه الصرف حوالي ٣ مم/يوم ، أي إن الاستهلاك الفعلي للبخر والنتح هو ٣مم/يوم ؛ وهو يقل بكثير عن جهد البخر والنتح ؛ الذي يتراوح بين ٤,٥ و ٥مم/يوم ؛ ويعني ذلك نقصاً في الإنتاج المحصولي ؛ إلا أن قيمة هذا النقص لا تبدو كبيرة ؛ نظراً لأن النباتات تحصل علي جزء من احتياجاتها عن طريق السحب من خزان المياه التحت سطحية ؛ مما يتسبب في زيادة نسبة الأملاح في التربة ؛ حيث تتبخر المياه وتترسب الأملاح في منطقة الجذور ، ويتطلب الأمر - بالتالي - غسيلا مستمرا .

وترتبط كمية ونوعية مياه الصرف في واقع الأمر بحركة المياه والأملاح داخل التربة ، سواء أكان ذلك رأسياً أم أفقياً أم إلي أسفل أم إلي أعلي ، وكذلك بكمية البخر والنتح من النباتات إلي الجو الخارجي ؛ وبذلك يجب أن تكون خطة استخدام مياه الصرف مرتبطة بالدراسة العامة للميزان المائي والملحي للمناطق .

تبذل في الوقت الحالي لترشيد استخدام مياه الري - من خلال تبطين قنوات الري - جهود مكثفة بالمواد المختلفة ؛ لتقليل كمية الرشح منها إلي الأراضي الزراعية المجاورة ، وتقليل التسرب من بوابات الأعمال الصناعية بزيادة كفاءة الري علي مستوي الحقل . وسوف يؤدي هذا النظام بالضرورة عند تطبيقه إلي تقليل كمية مياه الصرف، وزيادة نسبة الأملاح الذائبة بها ، ولذلك فان أي برنامج لإعادة استخدام مياه الصرف يجب أن يرتبط ببرنامج متكامل لدراسة أي تغير قد يحدث في كمية ونوعية مياه الري ، وكذلك الأنواع المختلفة للتربة والمحاصيل .

يتضح من الدراسات التي تمت علي توزيع مياه الري علي مدار السنة أن معظم الأراضي المصرية تأخذ ما يزيد علي حاجتها من المياه خلال شهور الشتاء والربيع والخريف ، بينما يكون معدل التغذية خلال شهور أقصي الاحتياجات (يونيو - يوليو - أغسطس)

وفروعها وأزهارها هشة . ولقد عزت الأبحاث - فى ألمانيا والسويد وكندا - هذا الموت إلى حامضية المطر.

للمطر الحمض تأثيرات تآكلية على المبانى والآثار والمعادن وطلاء السيارات لدرجة تمثل مشكلة اقتصادية.

وتسبب الأمطار الحمضية أيضاً تآكل أوجه التماثيل الحجرية والمعابد كمعبد الكرنك ، وغيره من آثار قدماء المصريين. كما تسبب إذابة القشرة الذهبية للكنائس المبنية فى القرن السادس عشر.

يمكن أن يهدد المطر الحمضى صحة الإنسان من خلال دوره فى تضخيم مشكلة المعادن الثقيلة، فهو يذيب هذه المعادن، ويحولها إلى صورة سمية أكثر ضرراً، ويصرف إلى المياه التى تكون فى متناول الإنسان.

رقم الإيداع (٨١٦٢ / ٩٤)
I. S . B . N 977 - 258 - 066 - 7

طبع بمطابع فرست
٧ ش عمر بكير - مصر الجديدة ت : ٢٤٧٠٧٦٦

أقل من الاحتياجات الفعلية للنبات . ومن الجائز أن يكون مستوي الكفاءة العامة لشبكة الري مرتبطا بهذه الظاهرة ؛ حيث تتراكم الأملاح في التربة خلال شهور أقصي احتياجات ، ثم يتم التخلص من هذه الأملاح بالغسيل خلال فترات أقل الاحتياجات ؛ وبناء علي ذلك فقد وصلت نسبة الأملاح في التربة ومياه الصرف إلي مرحلة تقارب الاتزان الذي سيختل حتماً إذا حدث تغير مفاجيء في أحد العناصر المتداخلة أو بعضها أو كلها .ويحتاج الري بالمياه ذات النوعية المنخفضة الجودة إلي التحكم الكامل في التزويد بالمياه ؛ لأنه بعد الري بمثل هذه المياه يتبخر الماء إلي الجو الخارجي ،في حين تترسب الأملاح في منطقة الجذور أو علي سطح التربة ؛ مما يحتم أن تكون التربة في منطقة الجذور مبتلة بصفة دائمة .

وقد يستدعي الأمر استخدام نظم الري الحديثة والري بالتنقيط علي وجه التحديد ؛ حيث إن الري بالرش يؤثر علي سلامة أوراق النباتات في التحكم في كمية مياه الري في حالة استخدام الري السطحي ، كذلك يمكن التغلب علي هذه المشكلة باستخدام عدد معين من الريات لكل محصول حسب قوة تحمله من المياه المنخفضة الجودة مقابل عدد آخر من الريات بالمياه العذبة وهكذا .

وإذا كانت نسبة الأملاح بالتربة عالية وتزيد - بصفة

عامة - علي نسبة الأملاح في المياه فان الري بالمياه المنخفضة الجودة لا يسبب أية مشاكل حقيقية ، ومع ذلك يلزم - في هذه الحالة - متابعة تطور نسبة الأملاح في التربة مع الزمن؛ فقد تؤدي زيادة نسبة الصوديوم الي تدهور التربة .

وعموماً فان استخدام المياه المنخفضة الجودة يعتبر من الأمور التي تحتاج إلي دراسات متنوعة تجمع بين نوعية المياه والتربة والمحاصيل المختلفة ؛ بما يحقق اختيار المحصول المناسب والحصول علي أعلي عائد ممكن ، والتحكم - في الوقت نفسه في تدهور التربة ؛ بسبب زيادة نسبة الأملاح بها .

ومن الصعوبات التي تقابل مشروعات إعادة استخدام مياه الصرف أيضاً أن هذه المياه قد تكون متاحة في مواقع يصعب عند استخدامها عدم وجود الأراضي التي يمكن ريها بها ، ويلزم في مثل هذه الحالات المقارنة بين التكاليف الباهظة لنقل المياه من مكان إلي آخر خلال خط مواسير مغلق أو قنوات مكشوفة والعائد الاقتصادي من الري بهذه المياه ، إلي جانب أن وقوع معظم المصارف في مناطق منخفضة المنسوب يستوجب رفع المياه إلي مناسيب أعلي لخلطها بالمياه العذبة أو لاستخدامها مباشرة في ري الأراضي الزراعية المرتفعة المنسوب . وفي جميع الحالات تتحكم

اقتصاديات إنشاء محطات طلمبات الرفع وتكاليف إدارتها في جدوي مثل هذه المشروعات .

إلا أنه يجدر القول بأن الحاجة الملحة إلي قطرات المياه في مشروعات التوسع الأفقي والرأسي الزراعية - والتي لا غني عنها ولا بديل لها في جمهورية مصر العربية ؛ حيث يعيش السكان علي ٤٪ فقط من المساحة الإجمالية للقطر - تجعل من إعادة استخدام مياه الصرف برغم كل المشاكل التي قد تقابل تنفيذه مشروعاً حيوياً يستحق بذل كل مجهود فكري ومادي لوضعه موضع التنفيذ .

- تبلغ تصرفات مياه الصرف من جميع أنحاء دلتا النيل ومساحتها حوالي ٤,٥٥١,٠٠٠ فدان (متضمنة منطقة النوبارية ومساحتها ٢٨٠ ألف فدان) حجماً قدره ١٤,٣٥٠ مليار م٣ عام ١٩٨٨ .يعني هذا الرقم انخفاضاً قدره ١١٪ في المتوسط من مساحة الدلتا بالمقارنة بعام ١٩٨٧ .

- خلال عام ١٩٨٨ أعيد - بصفة رسمية - استخدام ما لا يقل عن ٢٣٧٠ مليون م٣ من هذه المياه ؛ بمتوسط ملوحة يبلغ ١٠٤٥/م٣ .

- بلغ مجموع الحجوم التي أطلقت إلي البحر الأبيض المتوسط

أو إلي البحيرات الشمالية المتصلة مباشرة بالبحر ١١٩٨٠ مليون م٣ بمتوسط تركيز أملاح قدره ٢٥٢٧جم/م٣ .

- ومن الوجهة النظرية فإن حجوم مياه الصرف المتيسرة لإعادة الاستخدام في شبكة الري هي كما يلي :

* ١,١ مليون م٣ مياه صرف ملوحتها ١٠٠٠ جم/م٣ .

* ٢,١ مليون م٣ مياه صرف ملوحتها ١٠٠٠ - ١٥٥٠٠ جم/م٣ .

وتتلخص بيانات التصرف والحمل الملحي لمياه المصارف من منطقة الدلتا - والتي تصب إلي البحيرات الساحلية أو البحر المتوسط خلال عام ١٩٨٨ - كما هو موضح بالجدول (١١)

جدول (١١):الحمل الملحي لمياه المصارف من منطقة الدلتا.

منطقة الدلتا	التصرف	تركيز الاملاح	الحمل الملحي
شرق الدلتا	٣١٨٢	١١٢٧	٥٨١٥
وسط الدلتا	٤٣٦١	٢٤٣٠	١٠٥٩٩
غرب الدلتا	٤٤٣٧	٣٣٨٧	١٥٠٢٦
المجموع	١١٩٨٠		٣١٤٤٠

ويوضح الجدول (١٢) مزيداً من التفاصيل بشأن مستويات تركيز الأملاح في مياه المصارف المعروضة أعلاه

جدول (١٢): تركيز الاملاح في مصارف الدلتا المختلفة.

تركيز الاملاح جم/م٣	شرق الدلتا مليون م١/عام	وسط الدلتا مليون م١	غرب الدلتا مليون م١	المجموع مليون م١
اقل من ١٠٠٠	٦٢٣	٢٨٣	٢٠٠	١١٠٦
١٠٠٠-١٥٠٠	٨٩٤	٧٨٢	٢٣٠	١٩٠٦
١٥٠٠-٢٠٠٠	٩٢٢	١٨٣٢	١٢٩١	٤٠٤٥
٢٠٠٠-٣٠٠٠	٣١٠	٢٧٣	٨٠٢	١٣٨٥
اكثر من ٣٠٠٠	٤٣٣	١١٩١	١٩١٤	٣٥٣٨
المجموع	٣١٨٢	٤٣٦١	٤٤٣٧	١١٩٨٠

إن شبكة الصرف الرئيسية لبحر البقر قد صبت ٧٧٣ مليون م٣ من مياه الصرف بملوحة قدرها ١٦٠٠ جم/م٣ في بحيرة المنزلة . وهذه المياه ملوثة جداً بمياه الصرف الصناعي والصحي ، وتعتبر غير صالحة لإعادة الاستخدام .

ويضع معهد بحوث الصرف مركز البحوث المائية الخطط التنفيذية لاستخدام مياه الصرف الزراعي حتي عام ٢٠٠٠ ؛ طبقاً للتقريرات العامة التالية :

منطقة شرق الدلتا :	٢٠٠٠ مليون م٣ .
منطقة وسط الدلتا :	٨١٠ مليون م٣ .
منطقة غرب الدلتا :	١٤٥٠ مليون م٣ .
منطقة الفيوم :	٣٩٠ مليون م٣
المجموع	٤٦٥٠ مليون م٣

في ضوء ما ينتظر أن تعانيه مصر من عجز في المياه الجيدة نتيجة حتمية استمرارية التوسع الزراعي ، مع ثبات حصتنا من مياه النيل إلي أن نتمكن من تدبير موارد إضافية من أعالي النيل فقد أصبح من المتوقع الاضطرار إلي التوسع في إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي في الري ، واستعمال المياه الجوفية المالحة [illegible] أية

نوعيات أخري من المياه الأقل جودة .

تعتمد استراتيجية وزارة الأشغال العامة والموارد المائية - فيما يختص بتوفير المياه اللازمة لري الأراضي الجديدة حتي عام ٢٠٠٠ - علي إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي في حدود ٧ مليارات م٣ ؛ بما في ذلك المستخدم حاليا ؛ وهي مياه لا تتجاوز درجة ملوحتها ٢٠٠٠ جزء في المليون .

وقد تضطرنا الحاجة - خاصة بعد عام ٢٠٠٠ -إلي التوسع - ولو مرحلياً في استخدامات مياه الصرف ؛ واللجوء الي مياه مصارف ذات تركيزات أعلي إذا لم تستكمل مشروعات أعالي النيل . إلا أنه نتيجة الارتفاع بكفاءة الري الحقلي فسوف تتعرض مياه الصرف الزراعي للتناقص التدريجي ؛ نتيجة للترشيد والتطوير ، مع ارتفاع ملوحتها إلي ما قد يقترب من ٣٠٠٠ إلي ٥٠٠٠ جزء في المليون .

وتتضمن سياسة وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي التركيز علي دراسات تحمل المحاصيل المختلفة للملوحة عن طريق المعاهد البحثية التابعة لها (معهد بحوث الأراضي ومعهد المحاصيل بمركز البحوث الزراعية ومركز بحوث الصحراء) ، علاوة علي ما يتم في هذا المجال من بحوث بالجامعات وغيرها من أجهزة البحث العلمي .

ومن الجدير بالذكر أن إلقاء مياه الصرف الصحي دون معالجة - وما تحتويه من ملوثات عضوية وكم هائل من البكتريا والفيروسات ، ومن عوادم الصناعة بما تتضمنه من معادن ثقيلة - في المصارف الزراعية - تقلل من قابليتها للاستخدام المأمون في مجال الزراعة ، وهو ما يلزم حسمه .

يبدي البعض تخوفهم من تأثير استمرارية استخدام مياه الصرف وما تحتويه من أملاح لعدة سنوات ، والتأثير التراكمي لذلك علي خصوبة التربة ، خاصة في الأراضي الطينية بالدلتا ؛ مما يتطلب إجراء دراسات وبحوث للمفاضلة بين :

* تخصيص المياه العذبة للأراضي القديمة الطينية تفاديًا لأضرار المياه المالحة ، وتوجيه مياه الصرف مع فائض المياه العذبة للأراضي الجديدة الصحراوية ؛ لاستخدامها بحالتها دون خلط مع غسيل الأرض بمياه عذبة ؛ لإزالة ما يتراكم من الأملاح أو استخدامها بعد خلطها .

* أو استخدام مياه الصرف - بعد خلطها بالمياه العذبة - الي الأراضي القديمة والجديدة علي حد سواء .

ويلزم أن تتضمن الدراسات مدي إمكانية تنفيذ البديل الأول عملياً والتكاليف اللازمة .

نستخلص مما تقدم أن كميات ونوعيات مياه الصرف الزراعي حالياً في مصر تحتم إعادة استخدامها ،و خصوصاً في الري الزراعي - علي نطاق أوسع مما هو عليه الآن مع الاخذ في الحسبان المحاذير والاجراءات الفنية التي تصاحب هذا الاستخدام ، حتي يتحقق أكبر عائد اقتصادي منه .

إن التطور الحديث في تكنولوجيا الهندسة الوراثية يفتح مجالات واسعة لاستفادة أكثر من هذه الموارد .

الامطار الحمضية

ينشأ المطر الحامضى Acid Rain* من تفاعل أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين المنبعثة من المصانع فى الهواء الجوى أو إطلاق بعض الظواهر الطبيعية كالبراكين . وتكون هذه الأكاسيد أحماضاً، فيصبح المطر حمضياً عندما يتفاعل مع ثانى أكسيد الكربون فى الجو ،ليكون حمض كربونيك. وللحامضية الضعيفة للمطر العادى فائدتها ، فهى تساعد على إذابة المعادن فى التربة وتجعلها صالحة لحياة النبات والحيوان ، ولكن إذا زادت الحامضية علي المستوى الطبيعى - نتيجة لتدخل الإنسان - تظهر للمطر آثار تدميرية.

وتكمن خطورة المطر الحمضى فى إفساد الثروة السمكية عند ترسبه فى البحيرات العذبة. وأكثر الدول تضررا منه البلاد الإسكندنافية التى تستقبل بحيراتها الأكاسيد الناشئة فى ألمانيا وغربى أوربا وبريطانيا. كما أن كثيرا من الأجزاء الشمالية فى الولايات المتحدة تتعرض لآثار المطر الحمضى الخطرة ؛ حيث تعتبر محطات توليد القوى هى المسئولة أساساً عن تلوث الهواء بالاكاسيد.

الآثار السلبية للامطار الحمضية علي البيئة:

تتركز معظم التأثيرات السلبية للمطر الحمضى على المياه فى الأنهار والبحيرات ؛ فعندما تزداد حامضية الماء يتأثر إنتاج السمك وينقص الكالسيوم فى هياكله . ويذكر فى هذا الصدد أن عديد ا من الأنهار فى أوربا وكندا وأمريكا فقدت أسماكها تماما ، نتيجة للمطر الحمضى الذى يلوثها. وتقوم السويد - لمجابهة هذا الوضع - بصب الجير فى بعض البحيرات لكى تعادل الحموضة فيها. ويسهم المطر الحمضى فى إنتاجية الغابات؛ حيث تحدث ظاهرة تعرف ب« الموت الخفى» تتمثل فى أشجار ، جذورها جافة ،